Skizzen

aus

dem Gebiete der organischen Chemie

und

ihrer Anwendung auf tägliches Leben und gewerbliche Kunst.

Von

Dr. Otto Ule.

Halle,

G. Schwetschke'scher Verlag.

1867.

Dr. Otto Ule's

ausgewählte kleine

naturwissenschaftliche Schriften.

4. Bändchen.

Skizzen aus dem Gebiete der organischen Chemie und ihrer Anwendung auf tägliches Leben und gewerbliche Kunst.

Halle,

G. Schwetschke'scher Verlag.

1867.

Skizzen

aus

dem Gebiete der organischen Chemie

und

ihrer Anwendung auf tägliches Leben und gewerbliche Kunst.

Von

Dr. Otto Ule.

Halle,

G. Schwetschke'scher Verlag.

1867.

Vorwort.

So wichtig auch die anorganische Chemie für den Laien sein mag wegen der tiefen Blicke, die sie in das Walten der chemischen Kraft überhaupt und in die Gesetze stofflicher Verbindungen und Trennungen thun läßt, so wird sie doch bei Weitem an Bedeutung und Interesse für das tägliche Leben in Haus und Gewerbe durch die organische Chemie überboten, besonders seit den glänzenden Erfolgen, welche diese in unsern Tagen auf den Gebieten der Industrie gefeiert hat. Nicht allein umfaßt die organische Chemie grade diejenigen Veränderungen, welche beständig vor unsern Augen vorgehen und den Leib des Thieres und der Pflanze aufbauen und wieder dem Verfall entgegenführen; sondern es gehören ihr auch grade vorzugsweise die alltäglichen Dinge an, mit denen es die Hausfrau und der Gewerbsmann zu thun hat, die in der Küche und am Waschfaß, in der Werkstatt und in den Fabriken die größte Rolle spielen. Gleichwohl ist diese organische Chemie grade dem Laien am wenigsten bekannt, nicht bloß, weil sie eine noch ziemlich junge Wissenschaft ist, sondern noch mehr wegen der Schwierigkeiten, die sie grade durch ihren Reichthum bietet, durch das Wechselvolle ihrer Erscheinungen, durch ihr mannigfaltiges Hinübergreifen in andre Gebiete des Lebens und der Wissenschaft. Eine populäre Gesammtdarstellung des Gebietes der organischen Chemie dürfte daher noch

zu den schwierigsten Aufgaben des Schriftstellers gehören. Darum aber handelt es sich hier auch nicht. Nur einzelne Blicke sollen in dieses reiche Gebiet eröffnet werden, die ein Bild von den Aufgaben desselben gewähren. Diese Aufgaben sind namentlich zweierlei Art. Einmal soll die Chemie die Veränderungen nachweisen, welchen die Produkte des thierischen und pflanzlichen Lebens unterworfen werden müssen, wenn sie den verschiedenen Zwecken der menschlichen Industrie dienstbar gemacht werden sollen. Dann aber soll sie auch die stofflichen Veränderungen aufsuchen, welche in den natürlichen Vorgängen stattfinden, aus denen sich das Wachsen und Zerfallen der organischen Wesen zusammensetzt. Die erste Aufgabe wird dem Leser aus der Betrachtung der Seifen- und Färber-Industrie klar werden. Zur Erläuterung der andern werden die Chemie des Weines und die Processe der Fäulniß und Verwesung genügen. Natürlich greifen diese Aufgaben nicht bloß vielfach in einander, sondern auch vielfach hinüber in das Gebiet des Unorganischen. Der Zweck dieses kleinen Buches aber wird erreicht sein, wenn der Leser daraus nicht nur einen Einblick in das Wesen des organischen Processes, sondern auch praktische Winke zur Benutzung desselben im Dienste seiner häuslichen oder gewerblichen Beschäftigungen und vor Allen Anregung zur selbstthätigen Beobachtung des stofflichen Werdens und Wechselns in der Natur schöpft.

Halle, d. 1. März 1867.

Dr. **Otto Ule.**

Erstes Kapitel.

Die Seife.

Reinlichkeit war vor Alters eine der ersten Tugenden; sie war eine religiöse Pflicht, ein Opferdienst, den die Gottheit forderte. Was aus der inneren Natur mit Nothwendigkeit hervorging, was ein Lebenselement des Menschen bildete, das war ja mit Recht göttlichen Ursprungs. Allmälig vergaß man zwar diesen Ursprung, aber in der richtigen Ahnung eines inneren Zusammenhangs zwischen Reinheit des Körpers und Reinheit der Seele, machte man die Reinigung zu einer symbolischen Handlung. Die Gewohnheit verwischte endlich auch diese letzten religiösen Spuren, und was einst Tugend gewesen, ward jetzt zur Sitte. Reinlichkeit ist heute ein Bedürfniß der Civilisation, und der Verbrauch von Reinigungsmitteln, von Seife, bildet heute einen Maßstab für Wohlstand und Bildung, ist, wie Liebig aussprach, zu einem der sichersten Culturmesser der Völker geworden. Ja, wir können noch

mehr behaupten: die Seife ist nicht mehr blos ein Zeichen, sondern auch ein Mittel zur Civilisation. Sie ist ein mächtiger Hebel der Sodafabrikation, die fast mit allen Zweigen chemischer Gewerbethätigkeit aufs Innigste verflochten ist, und bildet damit eines der mächtigsten Glieder in der Entwickelungsgeschichte der chemischen Industrie. Die Fortschritte in der Sodafabrikation haben darum ihre wirkende Kraft auch an der Seifenfabrikation geübt. Die Produktion der Seife und damit ihr Verbrauch ist in wunderbarer Weise gestiegen; der gesteigerte Verbrauch hat wieder zur Auffindung neuer Fettsubstanzen geführt und damit dem Handel und der Schifffahrt neue Bahnen geöffnet. Der Boden der Tropenländer und die Hand des Tropenbewohners ist in Anspruch genommen für das Waschfaß der Hausfrau.

Es ist eine der wichtigsten Aufgaben der Naturwissenschaft, ihre wärmenden und leuchtenden Strahlen auch in Haus und Werkstatt eindringen zu lassen, damit mehr und mehr das Volk jener unwürdigen Vormundschaft entrissen werde, in der es lange genug vom Gelehrten gehalten ward. Eines der unbeachtetsten und unscheinbarsten Dinge, die um ihrer Bedeutung für das Leben willen der wissenschaftlichen Beleuchtung bedürfen, ist das Stück Seife, das die Hausfrau, ohne ihm vielleicht einen Blick zu schenken, der Wäscherin übergibt, und von dem die Wenigsten wissen, welche Rolle es gar in mancherlei Gewerben und Fabriken spielt.

Es ist ja eine alte Sache, daß das vermeintlich Bekannteste oft gerade das Unbekannteste ist. Man versuche es doch einmal, einer Hausfrau gegenüber zu bezweifeln, daß sie ihre Seife und ihre Wäsche nicht verstehe. Und doch hat diese erfahrene Hausfrau vielleicht so eben aus Unkenntniß die vortrefflichste Seife verschmäht, um, weil sie seit alter Zeit daran gewöhnt war und es von Mutter und Großmutter gelernt hatte, eine marmorirte Seife vorzuziehen. Sie weiß es nicht, daß dieses marmorirte Ansehen nur das Zeichen einer absichtlichen oder unabsichtlichen Verunreinigung ist. Vielleicht enthält diese Seife mehr als die Hälfte Wasser, vielleicht ist sie durch eine Menge unnützer oder gar schädlicher Beimengungen verfälscht. Die Hausfrau weiß es einmal nicht besser. Ja sie kann nicht einmal von ihrer Gewohnheit abweichen; denn sie ist abhängig von ihrer Wäscherin, und Wäscherinnen sind selten Freunde von Neuerungen. Aber der Kattundrucker, der Seidenfärber weiß es auch nicht besser. Manches noch so vortrefflich gefärbte Zeug wird erst durch die Seife, die ihm Haltbarkeit und Schönheit geben sollte, verdorben, weil der Färber nicht die rechte Seife zu wählen wußte, oder weil er in gutem Glauben dieselbe Seife zu haben meinte, wie sonst, da er sie ja unter demselben Namen und aus derselben Fabrik bezogen hatte. Der Seifensieder weiß es eben leider auch nicht besser. Die fortschreitende Industrie liefert ihm neue, billigere Fette und Oele; er muß sie verwenden, um concurriren zu

können; aber er weiß nichts von ihren Bestandtheilen, weiß nicht, was auszuscheiden, was festzuhalten ist, weiß nicht, ob die mancherlei Zusätze, die ihm gerathen werden, die Wirkung der Seife beeinträchtigen oder erhöhen, ob sie Verbesserungen, Ersatzmittel oder Fälschungen sind. Er wird vielleicht zum Betrüger aus Unwissenheit.

Nur die Einsicht macht frei, auch im Hause und im Gewerbe. Unwissenheit macht überall zum Sklaven. Zur Unwissenheit gesellt sich überdies gar zu gern der schlimmste Feind aller materiellen wie geistigen Wohlfahrt, der Aberglaube. Manche unsrer Leser und Leserinnen können sich vielleicht noch in eine Zeit zurückdenken, wo die gute alte Sitte noch bestand, daß die Hausfrau sich selbst ihre Seife kochte. Da werden sie auch wissen, was für ein verhängnißvolles Ereigniß das jedes Mal war, wie wenig man sich dabei auf Vorsicht und ererbte Recepte verlassen konnte, wie alles Gelingen oft am Kessel oder gar an einer glücklichen Hand hing, und wie solche Kessel und solche Frauen ob ihres Seifenglücks oft weit her geholt wurden. Wer hätte damals gedacht, daß je Gesetze die glückliche Hand, daß Einsicht die Erfahrung verdrängen würden! Nun, diese Einsicht wird jetzt geboten. Wer durch sie frei werden will, wer es überdrüssig ist, sich länger der beschämenden Erfahrung auszusetzen, von Mindergebildeten betrogen zu werden, von Waschfrauen sich Vorschriften machen und am Ende gar aus Unwissenheit sich Wäsche

oder Waaren verderben zu lassen, der folge uns zu Waschfaß und Seifensiederkessel! Vielleicht findet er noch mehr, als er erwartet. Denn auch wo die Wissenschaft für den Geldbeutel sorgt, läßt sie den Geist selten leer ausgehen.

Trotzdem den Alten die Reinlichkeit eine Tugend war, kannten sie doch die Seife nicht. Das Wasser war allein ihr reinigendes Element. Die hochgebildeten Völker des Abendlandes, wie die üppigen und verfeinerten des Orientes, Römer und Griechen, Perser und Aegypter wußten noch nichts von Seife. Die Römer, die wie die meisten alten Völker vorzugsweise Wollstoffe trugen, zu deren Reinigung natürlich das Wasser nicht ausreichte, bedienten sich deshalb des faulenden Urins. Die Wollenwäscher wohnten daher wegen des üblen Geruches, den ihre Beschäftigung verbreitete, vor den Thoren Roms. Bekanntlich bedient man sich noch heute an manchen Orten zum Waschen der Wolle und Walken der Tuche dieser ekelhaften Flüssigkeit, deren Wirksamkeit auf dem kohlensauren Ammoniak beruht, das sich bei der Zersetzung der Fäulniß aus dem Harnstoff entwickelt. Allerdings kannten die Römer zu Plinius Zeit auch schon Pottasche und Soda unter dem Namen nitrum; aber es war ein theurer Artikel, denn es kam weither aus Macedonien und Aegypten, oder wurde aus Rebenasche bereitet. Man benutzte auch schon dieses nitrum in den Bädern, wußte es wohl auch mit Fett oder Oel zu einer Art Seife zu verbinden, die

aber nur als Heilmittel in Gebrauch war oder zum Verschönern der Haare angewandt wurde. Jedenfalls erhielten die Römer eine umfassendere Kenntniß von der Seife erst durch die Gallier und Deutschen. Diese verachteten Barbaren verstanden sich längst auf die Kunst der Seifenbereitung. Aus Rinder-, Ziegen- oder Hammelfett und Aschenlauge wurde diese Seife gewonnen. Die gallische Seife war härter und fester, weil sie aus der Asche von Seepflanzen bereitet wurde, also eine Natronseife war, und weil wohl auch etwas Kalk zugesetzt wurde; die Seifenkugeln der Deutschen waren weich, fett, denn die Asche von Binnenlandpflanzen, namentlich Buchenasche, war ihr Grundbestandtheil; es war also eine Kaliseife. So waren unsere Väter die Erfinder der Seife, während für eine ähnliche Verbindung der Fette mit dem Bleioxyd, das Bleiweispflaster, Attalus, der letzte König von Pergamus, als Erfinder genannt wird.

Achtzehn Jahrhunderte vergingen, ohne die Seifenfabrikation um einen Schritt zu fördern. Ueber die Natur der Fette hatte die Chemie des Mittelalters kein Licht verbreitet. Zu Anfang des 18ten Jahrhunderts glaubte man noch die Fette aus Luft, Wasser und Erde bestehend, und am Ende des Jahrhunderts war nur noch das fabelhafte Phlogiston dazu gekommen. Vor 60 Jahren wußte man die verschiedenen Fette noch nicht anders von einander zu unterscheiden, als etwa die verschiedenen Arten von Zucker, nach Herkunft und

Consistenz. Man hatte darum fette Oele, und zwar schmierig bleibende und trocknende, Pflanzenbutter, Wachs, Thran, Thierbutter und Talg. Man glaubte ferner, daß einige unter diesen Fetten sich unverändert mit Alkalien zu Seifen oder mit Bleioxyd zu Bleipflastern verbinden könnten. Gleichwohl hatte schon im J. 1783 Scheele eine Entdeckung gemacht, welche, wenn man sie zu würdigen gewußt hätte, diese ganze Theorie über den Haufen hätte werfen müssen. Er hatte nämlich gefunden, daß sich bei der Einwirkung von Bleioxyd auf Baumöl eine eigenthümliche süßliche Substanz ausschied, die, mit Salpetersäure behandelt, ähnlich wie der Zucker, in Kleesäure überging. Er hatte diese Substanz auch in andern Oelen, selbst im Schweinefette und in der Butter, nachgewiesen, hatte sie in großen Mengen in syrupartiger Consistenz dargestellt und hatte gezeigt, daß sie trotz ihrer Aehnlichkeit mit dem Zucker doch wesentlich von ihm verschieden sei, da sie weder fähig sei, zu krystallisiren noch zu gähren. Dennoch ahnten Scheele und seine Zeitgenossen nicht, wie wichtig die Entdeckung dieses Körpers, der den Namen Glycerin oder Oelsüß erhielt, für die Erklärung der Seifenbildung werden sollte.

So stand es um die Kenntniß der Fette und ihrer Verseifung, als Chevreul im J. 1811 seine wichtigen Untersuchungen begann, welche das hellste Licht über diesen Gegenstand verbreiteten. Er fand gleich anfangs, daß bei der Einwirkung kräftiger Alkalien

auf Fett aus diesem besondere Säuren entstehen, und zeigte bereits im Jahre 1813, daß eine Seife aus Schweinefett gebildet werde durch ein Alkali und zwei fette Substanzen von sauren Eigenschaften, deren eine ein festes Fett sei, das er damals wegen des perlmutterartigen Aussehens seiner Kaliverbindung Margarin- oder Perlmuttersäure nannte, während die andere ein flüssiges Fett sei, das er als Elaïn- oder Oleïnsäure bezeichnete, und daß endlich bei der Verseifung außer jenen beiden Säuren das bereits bekannte Glycerin gebildet werde. Damit nicht zufrieden, untersuchte er weiter, ob diese Substanzen, diese Säuren etwa schon fertig gebildet in dem unverseiften Fette enthalten seien. Es gelang ihm in der That, durch Behandlung mit Alkohol das Schweinefett in zwei fette Substanzen zu zerlegen, die sich wesentlich durch ihren Schmelzpunkt unterschieden, und er zeigte nun, daß diese so erhaltenen fetten Substanzen durchaus nicht die Eigenschaften der durch Verseifung erhaltenen Fette besitzen, also keineswegs Säuren wie diese, sondern vielmehr den natürlich vorkommenden Fetten ähnlich seien und sich ganz unter denselben Erscheinungen wie diese verseifen lassen. Daraus folgt also, daß jene Fettsäuren erst durch die Verseifung und gleichzeitig mit dem Glycerin gebildet werden. Eine Menge der verschiedensten Fette, thierische und pflanzliche, wurden nach und nach in den Kreis der Untersuchung gezogen, und für alle ergaben sich wesentlich dieselben drei Bestandtheile: zwei feste

Fette, die sich durch ihre Schmelzbarkeit unterschieden, und von denen das schwerere (bei 62° C.) schmelzbare zum Unterschied von dem bei 47° C. schmelzbaren Margarin als Stearin oder Talgstoff bezeichnet wurde, und ein flüssiges Fett, das Elain oder der Oelstoff. Verschiedene andere, aber immer nur in geringen Mengen vorhandene Fettsubstanzen zeigten sich namentlich bei gewissen riechenden Fetten mit diesen 3 Grundstoffen verbunden, so im Hammeltalg das Hircin, in der Butter das Butyrin und Caprin, im Palmöl das Palmitin u. s. w.

So war denn Chevreul im Jahre 1816 dahin gediehen, eine genügende Erklärung von dem Processe der Seifenbildung zu geben. Alle Fette und Oele sind danach Verbindungen gewisser Grundfette, und diese Grundfette, Margarin, Stearin, Elain, nehmen unter der Einwirkung kräftiger Alkalien in Gegenwart von Wasser ganz den Charakter von Salzen an. Indem sie sich mit den Elementen des Wassers verbinden, zerlegt sich jeder dieser Grundstoffe in eine Säure und Glycerin; das Margarin zerfällt in Margarinsäure und Glycerin, das Stearin in Stearinsäure und Glycerin, das Elain in Elainsäure und Glycerin. Nach einem bekannten Gesetze der Chemie verbindet sich nun das Alkali als Base vermöge seiner überwiegenden Verwandtschaft mit jenen Fettsäuren und bildet neue Salze, ein margarinsaures, stearinsaures und elainsaures Kali- oder Natronsalz, indem das Glycerin ausgeschieden wird.

Unsere Seifen sind also Salze und zwar wie die Fette, aus denen sie bereitet wurden, Gemenge von Salzen, die unter einander wesentlich abweichen können an Fettigkeit, an Schärfe und Härte.

Die Seifen sind Salze! — Diese einfache, von Chevreul aufgedeckte Thatsache ist die Grundlage, auf welcher die ganze heutige Seifenproduktion beruht. Durch diesen einfachen Satz wurde die Seife theilhaftig gemacht aller der namenlosen Segnungen der Chemie, indem die Gesetze der Wissenschaft Kraft und Geltung auch für sie erlangten. Durch diesen Satz wurde die Seifensiederei aus einem Kleingewerbe und häuslichen Geschäft zur Fabrikindustrie erhoben; durch ihn wurde der Welthandel ihr dienstbar gemacht. Dieser einfache Satz endlich wurde die Ursache und der Keim einer Erfindung, die sich selbst die Aufmerksamkeit und den Beifall der großen Menge zu erringen wußte. Wer nie etwas von Fettsäuren und Fettsalzen gehört hat, der kennt doch die schönen Stearinkerzen. Aber hätte Chevreul nicht zuvor nachgewiesen, daß die Verseifung der Fette auf einer Verbindung der Fettsäuren mit basischen Körpern beruhe, so hätten Milly und Motard nicht auf den Gedanken kommen können, den Kalk zur Ausziehung der Fettsäuren und diese Fettsäuren zur Fabrikation von Kerzen zu benutzen.

So wird denn jener Satz Chevreul's auch die Grundlage unserer Betrachtungen bilden und uns zu

Waschfaß und Seifensiederkessel begleiten müssen. Durch ihn allein werden wir im Stande sein, die verschiedenen Vorgänge in der Seifensiederei zu beurtheilen, über den Werth und die Brauchbarkeit der verschiedenen Arten von Seifen im Leben und in den Gewerben zu entscheiden, ihre Verfälschungen nachzuweisen und uns endlich vor jenen Betrügereien zu schützen, die noch immer marktschreierisch vor aller Welt mit Fleckkugeln, Gesundheitsseifen und Schönheitswässern getrieben werden.

Man begreift es oft nicht, was eigentlich damit gewonnen ist, wenn es einem Naturforscher geglückt ist, irgend einem Naturdinge, einer Pflanze, einem Thiere, einen Namen zu geben. Durch einen solchen unscheinbaren Akt wird das Naturding in seine wissenschaftlichen Rechte eingesetzt, wird es des Erbes von Jahrhunderten theilhaftig gemacht; durch den Namen wird ihm gleichsam sein bürgerlicher Rang in der Ordnung der Natur, werden ihm seine Verwandten, seine Sitten, sein Charakter, wird ihm sein Beruf, seine Bedeutung im Leben der Natur und der Völker zugewiesen. Eine ganz ähnliche Bewandtniß hat es mit der Aufstellung eines Satzes, wie des Chevreul'schen: Die Seifen sind Salze. In diesem Satze, der die Seife als chemisches Produkt erklärt, liegt ihr Wesen, ihre Wirkung, ihre Fabrikation ausgesprochen. Solch ein Satz birgt Zahlen und Gesetze in sich und bildet damit eine Schutzwehr gegen den Zufall und seine Gefahren.

Mit diesem Satze ausgerüstet, treten wir nun beim Seifensieder ein. Das Erste, was dieser freilich längst zu wissen meint und doch selten weiß, ist der Ursprung seiner Seife. Wie durch den Namen die Eltern des Kindes festgestellt werden, und ihm gleichsam das erste Horoskop für die Zukunft gestellt wird, so deutet der Name eines Salzes auf seine Erzeuger und auf die Eigenschaften, die es von Vater und Mutter, von Säure und Base, als Erbtheil erhielt. Die Seife ist ein fettsaures Alkalisalz. Fettsäuren und Alkalien sind also die Elemente, aus denen der Seifensieder schafft. Aber diese Elemente sind mannigfaltige und verschiedene, und verschiedener noch die Rohstoffe, in denen sie verschlossen liegen. So muß der Seifensieder schon bei der Wahl seiner Rohstoffe einsichtsvoll zu Werke gehen; denn von ihrer Natur hängt der Werth der Seife ab. Durch ihre Rohstoffe schon sind ihre Eigenthümlichkeiten bedingt.

Welches sind denn die Dienste der Seife, daß gerade nur ein fettsaures Alkali sie verrichten kann? Das werden wir zuerst feststellen müssen, ehe wir darüber entscheiden können, welche Fettsäuren und welche Alkalien am geeignetsten für die Seifenbildung sind. Die Hauptbestimmung der Seife ist, unsere Haut und unsere Wäsche zu reinigen. Unsere Haut ist nämlich eine Stätte, auf welcher die Natur beständig die Schlacken des inneren Lebensfeuers ablagert. Eine Menge von Salzen bleiben darauf aus dem ver-

dunsteten Schweiße zurück, Oel wird aus den traubenförmigen Drüsen der mittleren Hautschicht abgesondert und verhärtet auf der Haut zu Talg, und Staub aller Art mischt sich mit Salzen und Talg. Auch der Schmutz unserer Wäsche ist im Wesentlichen Staub, der theils mechanisch an den Geweben haftet, theils durch Fette darin befestigt ist. Die Salze würde nun zwar das Wasser entfernen, aber die Fette werden nur von Alkalien gelöst. Diese Alkalien bietet die Seife. In Wasser aufgelöst, zerfällt sie nämlich sehr leicht und bildet ein saures Salz, d. h. eine Verbindung derselben Alkalimenge mit einer größeren Säuremenge oder, wenn wir wollen, derselben Säure mit einer geringeren Menge Alkali's, so daß also ein Theil des Alkali's frei wird und sich mit den Fettsäuren der Wäsche oder der Haut vereinigen kann. Es ist ein einfacher chemischer Proceß, der hier stattfindet, und gewiß hat Niemand beim Waschen daran gedacht, in wie naher Beziehung dieser Vorgang zu dem steht, der ihm cremor tartari und doppeltkohlensaures Natron zu seinen Brausepulvern bereitet. Das neutrale weinsaure Kali zeigt sich nämlich, ähnlich wie die Seife, leicht zersetzbar, wenigstens in Gegenwart selbst der schwächsten Säuren. Tröpfelt man Essig in seine Lösung, so entzieht diese Säure ihm einen Theil seines Kali's, und das niederfallende weiße Pulver (das bekannte cremor tartari) ist ein mit Wasser verbundenes saures Salz, gleichbedeutend mit dem gewöhn-

lichen Weinstein. Das kohlensaure Natron ist zwar keineswegs sehr zur Zersetzung geneigt, aber dennoch kann es den Lockungen der Kohlensäure nicht widerstehen, wenn man diese durch seine Lösung streichen läßt. In Gesellschaft von Wasser nimmt es einen Theil dieser Kohlensäure in sich auf und bildet so gleichfalls ein saures Salz, das doppeltkohlensaure Natron. Es ist also in der That nichts Anderes, als was beim Waschen mit Seife stattfindet. Auch hier nimmt das saure fettsaure Salz eine gewisse Menge Wasser auf, tauscht dies Wasser gleichsam aus gegen das Alkali, das es an die fremden Fettsäuren abtritt. Auch hier ist das saure Salz minder löslich im Wasser, als das neutrale, und wenn es auch nicht, wie der cremor tartari, zu Boden fällt, so schwimmt es doch bald in leichten Flocken auf dem Wasser.

Mit diesem chemischen Processe beim Waschen, welcher gleichsam die Eigenschaften der Mutter, der alkalischen Base, in der Seife zur Geltung bringt, tritt aber gleichzeitig auch ein mechanischer ein, das Schäumen der Seife. Hier ist es die Natur des Vaters, des Fettes, welche sich geltend macht. Die Seife hat nämlich vom Fette eine gewisse Schlüpfrigkeit geerbt, eine gewisse Zähigkeit, mit der sie in der Auflösung auch gegen die heftigste Bewegung ihren Zusammenhang behauptet. Sie zerstiebt nicht in Tropfen, wie Wasser, sondern bildet Bläschen, deren zarte Häute bald Luft, bald alkalisches Wasser umschließen. Durch

dieses Schäumen mildert und vertheilt sie also einerseits die Wirkung der freien Alkalien, vermag sie aber auch andererseits die losgerissenen Schmutztheilchen schwebend zu erhalten und ihr abermaliges Haften an der gereinigten Wäsche oder Haut zu verhindern.

Schäumen und alkalische Wirkung sind also die beiden Hauptersordernisse einer guten Seife. Das erste ist durch die Fettsäuren, die zweite durch die Alkalien bedingt, und beide sind damit als die wesentlichen Bestandtheile der Seife nachgewiesen. Damit ist keineswegs gesagt, daß sie auch die einzigen sein müssen, und daß sich nicht andere Verbindungen finden lassen, welche gleiche oder doch ähnliche Wirkungen hervorbringen könnten. Wir werden sogar einige solcher später zu besprechen haben. Daß die schäumende Eigenschaft, welche die Fettsäuren der Seife ertheilen, da es eine rein mechanische Wirkung ist, auch durch andere Stoffe erzielt werden kann, ist gewiß. Namentlich sind die Harze, als so nahe Verwandte der Fettsäuren, für ihre Vertretung geeignet. Ebenso ist die Kieselsäure in ihrer Verbindung mit scharfen Alkalien in neuerer Zeit als ein vortreffliches Ersatzmittel der fettsauren Salze erkannt worden; aber auch Leim und Knochengallerte und Stärke können in gewissen Fällen die Fettsäuren vertreten, wenn sie der Seife auch nicht alle gewünschten Eigenschaften zu ertheilen vermögen. Für die Alkalien indeß ist noch kein Ersatz gefunden worden. Zwar sind ebenso viele fett-

saure Salze denkbar, als es Basen oder Metalloxyde gibt. Denn einer Säure ist die freie Wahl ihrer Verbindungen gestattet. Wir haben bereits gesehen, daß die Fettsäuren sich mit dem Bleioxyd verbinden, und daß also auch das Bleipflaster eine Seife in weiterem Sinne ist. Ebenso wenig verschmähen aber auch die Fettsäuren eine Verbindung mit Eisenoxyd oder Kupferoxyd und mit den mancherlei Erden, mit Kalkerde, Thonerde, Talkerde. Aber alle solche Seifen verleugnen eine Haupteigenschaft der guten Seife, die Löslichkeit im Wasser, und keine von ihnen vermag jene alkalische Wirkung der echten Seife hervorzubringen, die in der Auflösung des den Schmutz bindenden Fettes besteht. Solche Seifen, die eben nur im chemischen Sinne Seifen sind, können nur in betrügerischer Absicht oder aus Unwissenheit erzeugt werden; sie bleiben eben immer Fälschungen oder Verunreinigungen wirklicher Seife und beeinträchtigen ihre Wirksamkeit.

Die erste Forderung, welche wir jetzt an den Seifensieder zu stellen haben, ist also, daß er reine Fettsäuren und Alkalien zu seiner Seife verwende. Das genügt freilich noch nicht. Denn es gibt wieder verschiedene Fettsäuren und verschiedene Alkalien, und jede derselben wird natürlich ihre Eigenthümlichkeit auch auf die Seife übertragen. Wir müssen daher auch die einzelnen Fettsäuren und Alkalien näher untersuchen.

Kali, Natron und Ammoniak, das sind die Alkalien, die allein hier in Betracht kommen können. Von diesen aber macht sich das Ammoniak, dessen wässerige Auflösung der Leser als Salmiakgeist oder Salmiakspiritus kennt, durch seine große Flüchtigkeit zum Dienst in der Seifenfabrikation untauglich. Nur der Apotheker mag es zu jenen flüchtigen Verbindungen mit Fetten zwingen, die man als Linimente kennt. So bleiben Kali und Natron allein übrig, die kräftigsten und schärfsten aller alkalischen Stoffe, deren kohlensaure Salze Jedem als Potasche und Soda bekannt sind, auf die sich aber nur ein geringer Theil ihrer ursprünglich ätzenden oder kaustischen Eigenschaften übertragen hat. Beide, Kali und Natron, scheinen in ihrem kaustischen Zustand kaum von einander verschieden. Diese eine zerstörende Kraft, dies eine Verlangen, sich mit Säuren zu sättigen, scheint alle Eigenthümlichkeiten abgestumpft zu haben. Erst nach dem Verluste jener kaustischen Natur, in den Salzen, machen ihre Verschiedenheiten sich geltend. Der wilde Geist des Kalis ist am schwersten zu bezähmen; daher sind die Kaliseifen weicher, flüssiger, aber auch schärfer, die Natronseifen härter, fester, aber milder.

In Betreff der Fettsäuren bleibt der Wahl des Seifensieders ein größerer Spielraum. Holzasche und Kochsalz sind es fast allein, in denen ihm die Natur bereitwillig seine alkalischen Rohstoffe bietet; aus ihnen allein kann gegenwärtig mit Vortheil jene Potasche

und jene Soda gewonnen werden, aus denen er sich seine kaustischen Kali- oder Natronlaugen bereitet. Die Fettsäuren dagegen bietet ihm die Natur in vielfacheren und mannigfaltigeren Gestalten und Verbindungen. Wir sahen freilich, daß es ursprünglich auch nur drei Fettsäuren sind, welche die Grundbestandtheile aller Fette bilden, der thierischen sowohl, des Talges und des Fischthrans, wie der pflanzlichen Oele, des Hanföls, Leinöls, Rüböls, Mohnöls, Olivenöls, Palmöls, Cocosnußöls, Ricinusöls u. s. w. Chevreul unterschied diese gemeinsamen Säuren als Stearinsäure, Margarinsäure und Elaïnsäure. Die neueren gründlichen Untersuchungen von Heintz haben diese Entdeckung Chevreul's in Betreff der beiden festen Säuren etwas verändert. Sie haben gezeigt, daß die Margarinsäure selbst nur eine Zusammensetzung aus den beiden Hauptsäuren der festen Fette ist, aus der Stearinsäure, die erst bei $69,_1$—$69,_2$° C. schmilzt und sich aus ihrer alkoholischen Lösung in kleinen, durchsichtigen, perlmutterglänzenden Krystallblättchen abscheidet, und aus der Palmitinsäure, die schon bei 60° C. schmilzt und sich aus der alkoholischen Lösung in schmalen weißen Blättchen oder Nadeln absondert. Beide bilden mit den Alkalien mehr oder minder feste Seifen, während die Elaïnsäure nur weiche Schmierseifen erzeugt. Könnte der Seifensieder unmittelbar aus diesen Fettsäuren seine Seifen bereiten, so wäre ihm die Wahl dieser Säuren nicht minder leicht gemacht, als die der Alkalien. Aber so weit, bis zu

dieser Reinheit des chemischen Processes ist die Fabrikation bis heute noch nicht gediehen. Auch die Alkalien sind freilich nicht minder verbreitet in der Natur, in Pflanzen, Mineralien und Gewässern, als die Fettsäuren. Aber die Technik hat sich dieser Rohstoffe bereits bemächtigt und liefert dem Seifensieder entweder die reinen Alkalien selbst oder doch Verbindungen, wie Kochsalz und Potasche, die unter bekannten einfachen Gesetzen stehen. Die Fette aber muß der Seifensieder noch immer in ihrer rohen Urgestalt verarbeiten. Jedes Fett aber ist eine andere Verbindung jener drei einfachen Säuren und liefert darum auch andere Seifen. Ueberdies gibt es Fette, welche außer jenen allgemeinen Säuren oder statt ihrer noch eigenthümliche Fettsäuren enthalten. So liefert das Cocosnußöl die Cocinsäure, das Wallrath die Cetinsäure, und Ricinusöl und Rapsöl liefern wieder andere Säuren. Jedes dieser Fette bildet darum auch wieder andere Seifen, das Cocin und das eigenthümliche Fett des Ricinusöls feste, harte, schäumende, das Cetin weiche, das Rapsöl krümelige Seifen. So wird also auch der Seifensieder auf die Bestandtheile seiner Fette und Oele ein sorgsames Auge haben müssen, wenn er nicht dem Zufall die Meisterschaft in seiner Fabrik einräumen will.

Wir kennen jetzt die Grundbestandtheile der Seife, sowie die Rohstoffe, welche sie enthalten, und damit ist das erste Erforderniß zu ihrer Erzeugung erfüllt. Das zweite wird sein, die Bedingungen kennen zu

lernen, unter welchen diese Elemente sich verbinden. Die Seife ist ein Salz. Salze aber werden gebildet entweder durch unmittelbare Verbindung ihrer Elemente oder durch gegenseitige Zersetzung zweier Salze und den Austausch ihrer Bestandtheile. Ständen uns die Fettsäuren unmittelbar zu Dienste, so wäre gewiß das Einfachste, sie auch unmittelbar mit den ätzenden Alkalien zu verbinden. Wir haben aber schon gezeigt, daß das nicht der Fall ist, daß wir vielmehr auf die Verwendung von fettsauren Salzen, fettsauren Glycerinverbindungen angewiesen sind. Die Alkalien sind uns am leichtesten zugänglich in Gestalt von kohlensauren Salzen, von Soda und Pottasche. Wären nun die kohlensauren Alkalien ebenso geneigt, ihre Kohlensäure aufzugeben, wie es die fettsauren Salze unter Umständen in Betreff ihres Glycerins sind, so würde die Seifenfabrikation nichts weiter erfordern, als Fette und kohlensaure Alkalien zu mischen und ihrer gegenseitigen Einwirkung zu überlassen. Die Fettsäuren würden dann das Alkali an sich reißen. Kohlensäure und Glycerin dagegen frei werden. Aber die kohlensauren Alkalien sind so schwachen Säuren gegenüber keineswegs bereitwillig, auf ihre Kohlensäure zu verzichten, und wenn sie auch auf die Dauer den Lockungen der Fettsäuren nicht widerstehen können, so würde doch die Seifenbereitung auf diesem Wege ein äußerst langsamer und unsicherer Proceß sein. Es bleibt also nichts übrig, als zuvor die ätzenden Alkalien selbst zu

bereiten und durch diese die Zersetzung der Fette bewirken zu lassen. Wärme und Druck werden nach bekannten chemischen Erfahrungen die sichersten Mittel zur Einleitung und Beschleunigung dieses Processes sein.

Die Arbeiten des Seifensieders sind damit bereits im Allgemeinen vorgezeichnet. Die Bereitung der Aetzlaugen macht den Anfang; darauf folgt die eigentliche Verseifung der Fette im siedenden Kessel, die Bildung des Seifenleims. Das ist zugleich der geeignete Zeitpunkt für verschiedene Zusätze, um die Seife zu färben, zu parfümiren, auch zu verfälschen. Den Schluß macht die Abscheidung der fertigen Seife von der Unterlauge.

Hat der Leser nun Lust, mich durch die Seifenfabriken zu begleiten, so werde ich ihn vom Seifenkessel der guten alten Zeit, da man noch nichts wußte von Soda und Fettsäuren, durch mancherlei Wandlungen hindurch bis zu den neuesten Dampfkesseln führen, die in wenigen Stunden die frühere Arbeit von Tagen verrichten. Er wird schmierige Elainseifen und übelduftende Cocosölseifen bereiten sehen, wie parfümirte Toilettenseifen, Rasir- und Gesundheitsseifen. Er wird sich dann hoffentlich überzeugen, daß an der Hand der Wissenschaft ein Gang durch Werkstätten und Fabriken Genüsse verschafft, anderer Art freilich, aber vielleicht nicht minder unterhaltend und anregend, als ein Gang durch die Hallen der Kunst.

Vor achtzig Jahren gab es in ganz Ostfriesland, in ganz Westpreußen nur eine, im ganzen Herzogthum Magdeburg nur zwei Seifenfabriken. Wenn man also die Seife auch für jene Zeit als Kulturmesser gelten lassen wollte, so würde es traurig aussehen nicht bloß um die Kultur, sondern auch um die Reinlichkeit unserer Väter. Allein wir dürfen auch nicht vergessen, daß, wenn die Seife damals auch nicht als Handelsartikel und Fabrikwaare eine bedeutende Rolle spielte, sie doch im Hause nichts weniger als verachtet war, da fast jede bürgerliche Haushaltung eine Seifenfabrikation im Kleinen betrieb. Zu einem solchen altväterischen Seifenkessel versprach ich den Leser zunächst zu geleiten. Wir werden hier sehen, wie das Bedürfniß den Menschen lehrte, der rohen Natur auf Umwegen abzutrotzen, was die Wissenschaft heute auf geradem Wege erreichbar zeigt.

Unsere Mütter und Großmütter wußten freilich nichts von Fettsäuren und künstlicher Soda. Chevreul's und Leblanc's großartige Entdeckungen waren ihnen unbekannt. Dennoch bereiteten sie sich ihre Natronseife, deren Vorzüge vor der Kaliseife sie wohl zu schätzen wußten, so gut wie wir, und das Kochsalz lieferte ihnen so gut wie uns das Natron für ihre Seifen. Es war eben nur ein Umweg, den sie einschlugen. Das Alkali der Holzasche lag ihnen am nächsten; aus ihr hatten ja schon ihre heidnischen Vorfahren vor 1800 Jahren Seife bereitet. Das Alkali

im Kochsalz ahnte man wohl, aber erst die Wissenschaft vermochte es darin aufzudecken. Unsere Großmütter wußten es dennoch nutzbar zu machen.

Das erste Erforderniß zur Seifenbildung ist, wie sich der Leser erinnern wird, die Bereitung einer kräftigen Aetzlauge. Eine solche bietet die Holzasche nicht unmittelbar. Laugt man sie aus, so erhält man nur eine Auflösung von kohlensaurem Kali oder, wie es gewöhnlich heißt, von Pottasche. Diese muß erst von ihrer Kohlensäure befreit werden, ehe sie eine wirkliche Aetzlauge bildet. Die Wissenschaft weiß jetzt wohl, auf welchem Wege das geschieht. Man braucht der Säure eines Salzes nur eine andere, oft sogar schwächere Base zu bieten, mit der sie im Stande ist, ein neues unlösliches Salz zu bilden, so wird sofort das alte Verwandtschaftsband gelöst und der neue Bund geschlossen. Aber die Praxis geht der Wissenschaft oft voran. Lange, ehe man von diesem Processe sich Rechenschaft geben konnte, ward er von der Hausfrau eingeleitet. Die geeignete Base kannte sie in dem frischgebrannten Kalk. In die heiße Pottaschenflüssigkeit des Kessels geworfen, reißt er die Kohlensäure an sich und fällt mit ihr verbunden als unlöslicher kohlensaurer Kalk (Kreide) zu Boden. Die klare Flüssigkeit kann abgeschöpft werden, die Aetzlauge ist fertig.

Wir treten jetzt zu dem eisernen, mit hölzernem Sturze versehenen Seifenkessel. Die Aetzkalilauge, zu der erforderlichen Stärke eingekocht, nach einer alten

Vorschrift, daß sie ein frischgelegtes Ei tragen kann, ist jetzt mit dem rohen Talge vermischt. Eine Magd ist angestellt, ihn unter fortwährendem Umrühren in mäßigem Sieden zu erhalten und von Zeit zu Zeit etwas starke Kalilauge nachzugießen. Die Verseifung geht vor sich. Es ist der zweite chemische Proceß, der sich ungeahnt unter den Augen der Hausfrau vollzieht. Das Fett, das wir bereits als eine salzartige Verbindung von Fettsäuren und Glycerin kennen lernten, zerfällt in seine Bestandtheile; das Kali bemächtigt sich der Fettsäuren, und das Glycerin wird frei. Die siedende Flüssigkeit im Kessel wird allmälig dickflüssiger, gleichförmig, farblos, durchsichtig. Ein Tropfen auf Glas geschüttet, bleibt beim Erkalten durchsichtig, gallertartig. Der Seifenleim ist jetzt gebildet; er ist eine Lösung der fertigen Kaliseife in überschüssiger Lauge.

Jetzt ist der Augenblick gekommen, wo der wichtige Akt der Verwandlung der Kaliseife in Natronseife vorgenommen werden muß. Es ist der dritte chemische Proceß, der in dem Seifensiederkessel unserer Vorfahren eine Rolle spielt. Die Verwandlungen, welche die Chemie im Reiche der Stoffe bewirkt, stehen im Allgemeinen unter dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft. Wenn man nämlich die Lösungen zweier Salze mit einander mischt, so vertauschen sie begierig ihre gegenseitigen Bestandtheile, und die Säure des einen verbindet sich mit der Base des andern. Auf

diesem Gesetze beruht auch der althergebrachte Gebrauch des Kochsalzes oder des salzsauren Natrons (nach seiner chemischen Bedeutung) zur Verwandlung der Kaliseife in Natronseife. Auch die Seife ist ja ein Salz; ihr Kali wird mit dem Natron des Kochsalzes vertauscht und bildet mit der Salzsäure des letzteren salzsaures Kali oder Chlorkalium. Kaliseife und Kochsalz (Chlornatrium) verwandeln einander gegenseitig in Natronseife und Chlorkalium.

Durch das Aussalzen gerinnt der Seifenleim zu einer weißen, griesartigen Masse, unter welcher sich nach längerem Stehen eine Flüssigkeit, die sogenannte Unterlage, abscheidet. Aber der Seifensieder darf noch nicht ruhen. Die von der Unterlauge befreite Seife muß abermals mit einer schwächeren Lauge, der Abrichtlauge, vermischt und zum Sieden erhitzt werden. Abermals muß ausgesalzen werden, und es bedarf einer vier- bis fünfmaligen Wiederholung dieses abwechselnden Abrichtens und Aussalzens, ehe die Sättigung der Fettsäuren mit Natron als vollendet angesehen werden darf. Endlich naht dieser langwierige Proceß seinem Ende. Die Seife ist durch das Einkochen mehr und mehr verdichtet worden; sie ist weich, Blasen werfend und aufsteigend. Der Schaum sinkt jetzt zusammen, die Seife siedet im Kern.

Von der letzten Unterlauge wird nun die fertige Seife in den Kühlbottig abgeschöpft, um zu erkalten. Damit die Vereinigung des Kernes zu einer gleich-

förmigen, zusammenhängenden Masse vor sich gehe, pflegt man sie vor dem Erkalten mit einem eisernen Stabe zu schlagen. Dadurch erhält die Seife zugleich das so beliebte marmorirte Ansehen. Die rohe Asche nämlich, welche zu ihrer Darstellung verwendet wurde, enthält stets etwas Eisenoxyd. Dieses Eisenoxyd aber verbindet sich ebenso wie Kali und Natron mit den Fettsäuren zu einer Seife, freilich zu einer unlöslichen, schweren, zu Boden sinkenden Seife. Diese Eisenseife wird nun durch das Schlagen aufgerührt und in Adern und Gruppen durch die ganze Masse vertheilt. In neuerer Zeit, wo man reinere Pottasche anzuwenden pflegte, trat daher dieses Marmoriren nicht immer von selbst ein. Der Seifensieder, der aus Unkenntniß an seinem alten Vorurtheil hing oder dem Vorurtheil seiner Käufer dienen zu müssen meinte, sah sich daher genöthigt, künstlich diese Marmorirung hervorzurufen. Er setzte deshalb Eisenoxyd oder Braunstein hinzu und verunreinigte so absichtlich seine Seife.

Wir haben so ausführlich diese Seifensiederei der alten Zeit besprochen, weil auf ihrem weiten Wege wir Allem begegnen mußten, was irgend für das Verständniß chemischer Processe hier von Belang sein konnte. Die neue Zeit hat nicht neue Processe gebracht, sie hat nur den Weg verkürzt, den geraden statt des Umweges einschlagen gelehrt. Sie hat die Pottasche ihrer Vermittlerrolle überhoben und einen Weg unmittelbarer Vereinigung zwischen Natron und Fettsäuren gezeigt.

Diese Neuerung scheint unbedeutend, und doch wie verhängnißvoll ist sie in ihren Folgen! Die Pottasche war die Asche unserer Wälder! Wie manche dieser Zierden der Landschaft, dieser heiligen Tempel des Natur- und Heimatsinnes der Völker, dieser Geburtsstätten der Quellen, dieser den Kreislauf der Wasser zwischen Himmel und Erde regelnden grünen, duftigen Wälder mußten im Laufe so vieler Jahrhunderte von der Flamme verzehrt werden, damit ihre Asche einen so kleinen und überdies als überflüssig erwiesenen Dienst verrichtete! Es mag wahr sein, daß das Bedürfniß der Küche, ja, daß der Unverstand und Muthwille weit ärger gewüthet haben in diesem Heiligthum unseres Bodens; aber zu leugnen ist gewiß nicht, daß auch die Nebenrücksicht auf den Nutzen der Asche eine nicht unwichtige Rolle dabei gespielt hat. Mir ist wenigstens eine Thatsache als Beleg dafür bekannt. Die sumpfigen Niederungen des Spreewaldes waren einst weit und breit mit dichten Waldungen bedeckt. Aber die Axt lichtete allmälig, und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts begann hier wie allenthalben bereits Mangel zu drohen. Da fielen einsichtsvolle Leute auf den Gedanken, ein anderes Brennmaterial, als dies lebendige, für den Heerd zu verwerthen. Sie wiesen auf die reichen Torflager des Bodens hin. Aber die Bewohner des Spreewaldes sträubten sich lange hartnäckig gegen dieses neue Material, weil es ihnen keine Asche für ihre Seifenkessel lieferte. Hätte also die Wissenschaft

der neuen Zeit nicht die Pottasche ihres Dienstes entkleidet, wie würde es entweder bei so gesteigertem Bedürfniß um unsere Wälder oder andernfalls um unsere Reinlichkeit und — unsern vielgepriesenen Kulturmesser aussehen!

Die Soda war es also, welche den Umschwung in der Seifenfabrikation hervorrief, die Soda, diese Grundlage, diese Herrscherin der gesammten heutigen Industrie. Wehe dem Lande, das durch seine Gesetzgebung dieser Herrscherin Fesseln anzulegen wagt! Es fesselt in ihr seine eigene Industrie. Freilich ist wohl noch nirgends ein direkter Versuch solcher Beschränkung gemacht worden. Aber ich kenne ein Land, von welchem dennoch jener Weheruf gelten könnte; es ist mein eigenes preußisches Vaterland, das Land des Salzmonopols. Das Kochsalz ist das unerläßliche Rohmaterial der Soda, und wer dem einen zu nahe tritt, der vernichtet auch die andere. Noch vor 60 Jahren mochte vielleicht die Salzsteuer als eine einfache, wenn auch für den Armen drückende Verzehrsteuer gelten; heute, wo sich das Kolchsalz zur Grundlage der wichtigsten aller Industrien erhoben hat, ist das Salzmonopol zum drückendsten und schädlichsten aller Monopole geworden. Es ist gerade jetzt an der Zeit, die Stimme dagegen zu erheben, wo für Preußen und Norddeutschland eine Neugestaltung der Dinge eingetreten ist, die einen freieren Aufschwung des Volksfleißes unabweislich gebietet, wo in den regierenden

Kreisen auch in der That bereits die Ueberzeugung sich Bahn bricht, daß man nicht länger die reichen Schätze des Bodens mit dem Banne des Monopols belasten dürfe. Es ist Zeit, darauf hinzuweisen, daß Preußen und der Zollverein nur um dieses höheren Salzpreises wegen jährlich über 130,000 Ctr. Soda aus England, dem Lande der freien Industrie, beziehen muß. Es ist Zeit, daran zu erinnern, daß für die 5 bis 6 Millionen Thaler, welche aus dieser Steuer jährlich in den Staatsschatz fließen, vielleicht zehnmal so viele Millionen der Industrie des Landes entzogen werden müssen! Preußen kann nur in die Reihe der ersten Industriestaaten eintreten, wenn es aufhört, das Land des Salzmonopols zu sein. Preußen, der Staat der Wissenschaft, darf sich vor Allem den praktischen Folgerungen der Wissenschaft nicht entziehen!

Durch die Einführung der Soda in die Seifenfabrikation wurde mehr geändert, als auf den ersten Blick sich erwarten läßt. Es war nicht bloß die Abkürzung des Verfahrens, es war zunächst auch die größere Reinheit des Materials, die dadurch bedingt wurde. So lange man auf die rohe Pottasche angewiesen war, konnten die Unreinigkeiten der Fette, selbst wenn man unausgelassenen Talg benutzte, neben den viel stärkeren Verunreinigungen der Pottasche und des Kochsalzes nicht in Betracht kommen, zumal die lange Dauer des Verseifungsprocesses und die mehrfachen Wasser, in denen man sott, ihre Entfernung und Zer-

störung in hinreichendem Maße bewirkten. Jetzt, wo die reinere Soda an die Stelle von Pottasche und Kochsalz trat, wo der Verseifungsproceß seinen unmittelbaren und schnellen Verlauf nahm, mußten auch die Fette zuvor gereinigt werden. So bewirkt ein einseitiger Fortschritt oft einen allseitigen.

Zur Reinigung und Bleichung der Fette pflegt man in neuerer Zeit vorzugsweise die durch ihre kräftige oxydirende Wirkung ausgezeichnete Chromsäure anzuwenden, die man durch Einwirkung von Schwefelsäure auf doppeltchromsaures Kali oder chromsauren Kalk in der schmelzenden Fettmasse selbst zu erzeugen pflegt. Nach einer neuen Methode kommt auf 100 Pfund ausgelassenen Unschlitts, das mit Zusatz von einem Maß reinen Wassers in einem kupfernen Kessel geschmolzen wird, 1 Pfund englischer Schwefelsäure mit 3 Maß Wasser verdünnt. Nachdem beides allmälig und unter beständigem Umrühren mit einander vermischt ist, wird ½ Pfund rothen chromsauren Kali's dazu gethan. Sofort zeigt sich nun die Wirkung der ausgeschiedenen Chromsäure auf den Talg, anfangs durch eine dunkle, immer schwarzbrauner werdende Färbung, endlich bei zunehmendem Schäumen durch den heftigen, stechenden Geruch der flüchtigen Produkte der zersetzten Farbstoffe und namentlich auch des Glycerins. Allmälig aber verwandelt sich die braune Farbe des Schaumes in eine hellgrüne, das Schäumen läßt nach und der üble Geruch verschwindet. Der Reinigungsproceß ist nun voll-

endet, und es bedarf nur noch eines neuen Zusatzes von Wasser, um den gereinigten Talg von der schwefelsaures Chromoxyd und schwefelsaures Kali enthaltenden Flüssigkeit abzuscheiden. Aus dieser Flüssigkeit kann man mit Hülfe einer Pottaschen- oder Sodalösung ein apfelgrünes Pulver fällen, das, gewaschen und getrocknet, eine vortreffliche Malerfarbe bildet. Durch geeignete Behandlung mit Kalkmilch kann man sogar die scheinbar beim Bleichen des Fettes verlorene Chromsäure aus jener Flüssigkeit wieder gewinnen, indem man das Chromoxyd in derselben in chromsauren Kalk umwandelt und diesen, wie früher das chromsaure Kali, durch Schwefelsäure zersetzt. Dem rechten Gewerbsmann geht eben nichts verloren. Im Allgemeinen ist dieses vortreffliche Reinigungsverfahren auf alle Fette anwendbar, wenn auch bei manchen pflanzlichen Oelen die bloße Behandlung mit Schwefelsäure hinreicht.

Es kommt jetzt darauf an, das gereinigte Fett möglichst schnell mit dem Natron zu vereinigen. Dazu ist zunächst eine kräftige Natronlauge erforderlich. Diese wird aus der käuflichen kalcinirten Soda mit Hülfe von ungelöschtem Kalk in ähnlicher Weise, wie die Kalilauge aus der Potasche, bereitet. Die wissenschaftliche Strenge aber, die heut auch in den Gewerben herrscht, erfordert noch eine Probe für die Reinheit dieser Lauge. Ein Gläschen Kalkwasser und ein Gläschen verdünnter Schwefelsäure liefern diese Probe. In beiden darf die Lauge keine Trübung, keinen Niederschlag bewirken.

Trübte sie das Kalkwasser, so würde sie noch kohlensaures Natron, trübte sie die Schwefelsäure, so würde sie Aetzkalk enthalten. Die so als rein erkannte Aetzlauge, gewonnen aus 100 Pfund Soda und der neunfachen Wassermenge, ist nun im Stande, 400 Pfund Rindstalg zu verseifen.

Damit der Einfluß der Atmosphäre durch ihren Kohlensäuregehalt nicht die guten Eigenschaften der Aetzlauge wieder zerstöre, wird sie so schnell als möglich nach ihrer Bereitung und noch heiß in den Seifensiederkessel gebracht und mit den zu verseifenden Fetten gemischt. Die Seifenbildung geht sofort vor sich. Es bildet sich dabei nur eine schwache Unterlauge, welche Glaubersalz und Kochsalz, aus den fremden Beimengungen der Soda herrührend, enthält, oft in genügender Menge, um die Abscheidung der Seife aus der Unterlauge zu bewirken. Bisweilen wird aber auch ein Aussalzen nöthig, wenn man nicht die Lauge soweit einkochen will, daß ihr Salzgehalt die Auflösung des Seifenleims verhindert. Die erhaltene Unterlauge selbst ist noch nicht völlig unbenutzbar; die heutige Fabrikation kennt ja überhaupt kaum noch nutzlose Abgänge. Getrocknet und geglüht liefert sie den sogenannten schwarzen Seifensiederfluß, der durch Auslagen eine farblose Lauge gibt, die sich wieder zu einer festen, weißen Salzmasse eindampfen läßt und so den weißen Seifensiederfluß liefert. Dieser ist noch so reich an Soda, daß er entweder, durch Kalk ätzend gemacht, abermals

als Aetzlauge oder auch unmittelbar zum Aussalzen der Kernseife dienen kann.

In neuester Zeit hat man auch das kohlensaure Natron unmittelbar statt des ätzenden zur Seifenfabrikation verwandt. Die kohlensauren Alkalien bilden nämlich gleichfalls mit den Fetten Seifen, aber nur bei einer Temperatur von etwa 195° C. Es bedarf also zur Hervorbringung einer solchen hohen Siedetemperatur eines starken Druckes; es bedarf, um es kurz zu sagen, eines Dampfkessels zum Seifensieden. Solche Dampfsiedekessel werden seit einigen Jahren bereits in Frankreich und England mit großem Erfolge angewandt, indem sie Zeit, Arbeit und Brennmaterial ersparen.

Wir haben somit den Seifensiederproceß in seinem ganzen Umfange kennen gelernt, und es bleibt uns nur noch übrig, die verschiedenen Arten der Seife nach ihren Bestandtheilen, ihrer Bestimmung, ihrem Werthe und ihren leider oft so absichtlichen Verunreinigungen oder Fälschungen zu betrachten.

Eine wissenschaftliche Entdeckung bleibt nie vereinzelt. Sie ist ein Proteus, der bald tausend Gestalten annimmt. Seit die Chemie das Wesen der Verbrennung erkannt hat, ist die Zahl der Leuchtmittel Legion geworden. Statt der Kienfackeln, welche einst in den Prunkgemächern stolzer Ritter und Fürsten qualmten, strahlen jetzt selbst in bescheidener Bürgerwohnung Stearin-, Palmitin- und Paraffinkerzen, Petroleum-

und Photogen-Lampen und blendende Gasflammen ihr reines Licht. So hat auch die Entdeckung der chemischen Natur der Seifen und ihres Hauptbestandtheils, der Fette, namentlich zu einer Mannigfaltigkeit der Seifen, geführt, daß wir aus den Boudoirs unserer Damen und aus mancherlei Fabriken, namentlich Druckereien und Färbereien, eine reichere Sammlung von Reinigungs- und Waschmitteln zusammenstellen könnten, als je das üppigste Boudoir einer römischen Schönheit zur Kaiserzeit an Salben und Oelen liefern mochte, durch die es doch bekanntlich das ferne Indien stärker in Contribution setzte, als es selbst unsere cultivirte Gegenwart mit Seide, Thee und Gewürzen vermag. Das Geheimniß der Vervielfältigung liegt bei der Seife vorzugsweise in der Mannigfaltigkeit der Fette und ihrer Ersatzmittel, während die Alkalien, Kali und Natron, nur den Unterschlied härterer und weicherer Seifen ermöglichen.

Als wir die Bereitung der gewöhnlichen Talgseife kennen lernten, sahen wir, daß stets die Abscheidung einer Unterlauge nöthig wurde. Bei Anwendung der Holzaschenlauge mußte die Seife sogar in mehreren Wassern gesotten werden, damit der Lauge nach und nach vom Fette ihr Alkali entzogen wurde. Seit Einführung der Soda ließen sich zwar concentrirtere Laugen darstellen, und es wurde möglich, die Seifenbereitung in einem Wasser binnen 5 — 6 Stunden zu vollenden. Weiter aber zu gehen und durch Anwen-

dung einer noch stärkeren Lauge den ganzen Proceß auf 1 ½ bis 2 Stunden zu beschränken und zugleich die Abscheidung von Unterlauge zu umgehen, hat sich nicht als rathsam erwiesen, da der Talg einerseits nur sehr schwierig durch concentrirte Laugen verseift wird, und andererseits ohne Abscheidung von Unterlauge ein Gehalt an fremden Salzen und überflüssigem Alkali unvermeidlich ist.

Die Einführung des Cocosnußöls brachte in dieser Beziehung eine große Aenderung in der Seifenfabrikation hervor. Dieses Oel läßt sich nämlich nicht mit schwachen Laugen verseifen, bildet mit ihnen nicht jenes milchartige Gemisch, wie der Talg, sondern bleibt völlig geschieden auf ihnen schwimmend. Starke Laugen bewirken dagegen eine plötzliche und außerordentlich schnelle Verseifung des Cocosnußöls, welches jetzt sogar die Verseifung anderer damit gemischter Fettarten so beschleunigt, daß die Abscheidung einer Unterlauge hier völlig überflüssig wird. Diese Cocosseifen werden sehr fest, trocken, schäumen vortrefflich, besitzen aber außer ihrem widerlichen Geruche die üble Eigenschaft, daß sie ohne Verminderung ihrer Härte eine große Menge von Wasser und Lauge mit allen ihren verunreinigenden Salzen in sich zurückhalten. Solche sogenannte geschliffene oder gefüllte Seifen können daher in Betreff ihres Werthes nie den Vergleich mit einer mit Unterlauge bereiteten Kernseife aushalten. Während gute Kernseifen höchstens zwischen 14 und 27 Pro-

cent Wasser enthalten, erreicht in geschliffenen Seifen der Wassergehalt ganz gewöhnlich 33 — 40 Procent. Ja, es ist gar nichts Seltenes mehr, daß man aus 100 Pfund Oel und Talg 200 bis 220 Pfund frischer Seife fabricirt.

Ein ganz ähnliches Verhalten bei der Verseifung zeigt das Palmöl. Bekanntlich dient ein Bestandtheil dieses Oels, das Palmitin, nach seiner Umwandlung in Palmitinsäure zur Darstellung der sogenannten Palmwachskerzen. Wie es in den Handel kommt, bietet es aber diese Palmatinsäure gewöhnlich schon fertig gebildet und abgeschieden dar, so daß es nur einer Pressung bedarf, um sie zu gewinnen. Der eiweißhaltige Schleim dieses Oels übt nämlich mit der Zeit in dem bekannten Vorgange des Ranzigwerdens eine ähnliche zersetzende Wirkung auf die Glycerinverbindungen desselben aus, wie die Alkalien. Das Glycerin scheidet sich ab, und die fetten Säuren werden frei. Das beim Pressen erhaltene Oel enthält immer noch genug Palmitinsäure, um eine feste, weiße oder gelbe Seife zu geben, die sich vor der Cocosseife durch ihren würzhaften Geruch auszeichnet und daher zu Toilettenseifen sehr geeignet ist. Auch das Ricinusöl ist ganz geeignet, die Rolle des Cocosnußöls in der Seifenfabrikation zu übernehmen, und wird es, wenn, wozu in Frankreich Aussichten vorhanden sind, die Cultur der Ricinusstaude einen größeren Umfang gewonnen haben wird.

Die besten Seifen bildet das Olivenöl. Die bekannte marseiller und venetianische Seife ist sein Produkt. Auch die Windsorseife enthält auf 40 Theile Talg 15 bis 20 Theile Olivenöl. Die blaue Färbung oder Marmorirung, welche diese Seifen häufig besitzen, rührt von einer absichtlichen Beimengung von Eisenvitriol her, der durch das Natron der Lauge seiner Schwefelsäure beraubt und in Eisenoxyd verwandelt wird, das durch die Einwirkung der stets in käuflicher Soda enthaltenen Natronschwefelleber in blauschwarzes Schwefeleisen übergeht Die braune Farbe der Windsorseife wird ihr durch gebrannten Zucker ertheilt. Die Parfümirung wird durch die mannigfaltigsten ätherischen Oele, namentlich Kümmelöl, Bergamottöl, Lavendelöl, Hopfenöl, Thymianöl u. s. w. bewirkt.

Rapsöl würde, unmittelbar mit Alkalien versotten, schlechte, schaumige und krümelige Seifen geben. In einer wunderbaren Wirkung der salpetrigen Säure hat aber die heutige Chemie ein Mittel gefunden, wodurch auch dieses Oel der Seifenfabrikation gewonnen wird. Leitet man nämlich salpetrige Säure in solches Rapsöl, oder vermischt man es mit etwa 1 Procent Salpetersäure, so geht eine völlige Umwandlung in diesem Oele vor. Die Oelsäure desselben wird, wie der Chemiker sagt, in Elaidinsäure verwandelt, erstarrt zu einer festen krystallinischen Masse und kann nun direkt mit Natronlauge zu einer vortrefflichen Seife verarbeitet werden. Diese Umwandlung ist eine

der seltsamsten und noch unerklärtesten chemischen Vorgänge. Es ist keine Zersetzung, sondern gleichsam nur eine Umsetzung der chemischen Bestandtheile, die hier vor sich gegangen ist; denn die chemischen Bestandtheile der Elaidinsäure sind genau dieselben und in demselben Verhältniß vorhanden, wie die der Oelsäure. Solche geheimnißvolle Vorgänge benutzt übrigens die Wissenschaft oft, um die Natur der gewerblichen Praxis dienstbar zu machen.

Oele und Fette, in denen die flüssigen Fettsäuren die festen bedeutend überwiegen, werden gewöhnlich nur zur Fabrication weicher oder Schmierseifen verwendet. Namentlich dient zu diesem Gebrauche der Thran, das Hanföl, das Rapsöl, Lein- und Mohnöl. Solche Schmierseifen sind keineswegs als eigentliche fettsaure Salze zu betrachten, wie namentlich jene festen Kernseifen, sondern mehr oder minder nur als eine Auflösung von ölsaurem Kali in Lauge, gemischt mit dem sonst ausgeschiedenen Bestandtheile des Fettes, dem Glycerin. Von Abscheidung einer Unterlauge kann hier nicht die Rede sein; man muß sich begnügen, eine vollkommene Verseifung des Oels und die möglichste Verringerung des Wassergehaltes zu erzielen. Ein Kennzeichen hierfür stellt sich im Laufe des Processes ein. Ist die Verseifung nämlich noch nicht vollendet, so bildet sich an den Rändern einer herausgenommenen Probe des Seifenleims ein grauer Streifen, während die Probe völlig klar bleibt, wenn die Seife gahr ge-

sotten war. Früher bediente man sich zur Bereitung der Schmierseifen ausschließlich des Kali's; gegenwärtig hat sich eine Mischung von Kali und Natron, und zwar in einem solchen Verhältniß, daß zwei Theile des Fettes durch Natron, drei Theile durch Kali verseift werden, als zweckmäßiger herausgestellt. Während nämlich 100 Pfund Hanföl mit bloßer Pottasche höchstens 230 — 235 Pfund Seife geben, liefern sie mit jener Mischung von Pottasche und Soda nahezu 250 Pfund. Unter den Oelen und Fetten findet die meiste Verwendung in der Schmierseifenfabrikation das Hanföl, da der Talg theurer ist, die Thranseife sich aber nie von ihrem widerlichen Geruche befreien läßt, den sie selbst der Wäsche noch mittheilt. Deshalb sucht man auch gern die natürliche grünliche Farbe der Hanfölseife in andern gelben Schmierseifen künstlich zu erzeugen und erreicht dies leicht durch eine Beimischung von in Schwefelsäure gelöstem Indigo. Uebrigens machen Talg und Thran die Schmierseife etwas wasserhaltiger und härter, und man pflegt diesen Umstand daher im Sommer zu benutzen, um der Seife eine festere Consistenz zu verleihen, obgleich mit Hilfe von Soda sich eine solche offenbare Verschlechterung der Seife billig umgehen ließe.

Zu den Schmierseifen können wir, streng genommen, auch unsere Rasirseifen rechnen. Sie sind wahre Kaliseifen, aber nicht durch Verseifung gewöhnlichen Talges, sondern seiner festen Fettsäuren, namentlich

der Stearinsäure, erzeugt, wie sie bei der Kerzenfabrikation durch Zersetzung einer Kalkseife mittelst Schwefelsäure gewonnen wird. Die Rasirseife ist darum fester, als andere Kaliseifen; der Charakter der Stearinsäure hat sich in ihr geltend gemacht. Da sie nicht mit ätzenden Laugen, sondern unmittelbar mit Pottaschenlauge dargestellt wird, so besitzt sie den wesentlichen Vorzug, wirklich neutral zu sein, d. h. nicht ätzende Alkalien im Ueberschusse zu enthalten.

Die Verschiedenheit der Seifen, wie sie durch die verschiedene Natur der verseiften Fette und Oele bewirkt wird, ist nun keineswegs eine bloß äußerliche, etwa auf Festigkeit, Farbe oder selbst Löslichkeit und die Fähigkeit, zu schäumen, beschränkt. Jedes andere Fett theilt der Seife auch eine andere chemische Natur mit; denn es hat eine andere chemische Verwandtschaft, verbindet sich mit größeren oder geringeren Mengen von Alkali und von Wasser. Wie außerordentlich verschieden die Zusammensetzung solcher Seifen ist, zeigt die folgende Zusammenstellung:

	Fettsäuren	trocknes Kali	trocknes Natron	Wasser
Marmorirte Talgseife	$81,_{25}$	$1,_{77}$	$8,_{55}$	$8,_{43}$
Cocosnußölseife	22	—	$4,_{5}$	$73,_{5}$
Mohnölseife	76	—	7	17
Marseiller Seife	64	—	6	30
Schmierseife	44	$7,_{5}$	2	$46,_{5}$

Bei der großen Mannigfaltigkeit der Zwecke, welchen die Seife in Haushaltungen und Fabriken dient,

erlangen nicht bloß diese, sondern noch weit geringere Unterschiede ein großes Gewicht. In der Wahl der geeigneten Seifen hat man sich bisher meist nur durch Erfahrung und Herkommen leiten lassen. Vergleichen wir aber solche erfahrungsmäßig für bestimmte Anwendungen festgestellte Seifen, so zeigt sich, wie wenig man chemische Verschiedenheiten, und wären sie auch noch so gering, bei technischen Zwecken übersehen darf. Wir wollen uns hier nur an ein Gewerbe halten, das der Färberei und Druckerei. Hier sind längst drei verschiedene Arten von Seifen üblich, deren eine zum Entschälen roher Seide, eine andere zum Waschen der Wolle, eine dritte zum Schönen der in Krapp gefärbten Kattune dient. Die chemische Untersuchung ergibt folgende Zusammensetzung dieser Seifen:

	Fettsäuren	Natron	Wasser
Seife der Kattundrucker	66	6	30
Seife der Seidenfärber	61,9	8,1	30
Seife der Wollenwäscher	61,4	8,6	30

Schwerlich würde ein gewöhnlicher praktischer Gewerbsmann glauben, daß so geringe Unterschiede, die ja in Betreff des Alkaligehaltes kaum 2 ½ Proc. übersteigen, die Ursache von so wesentlich verschiedenen Wirkungen sein könnten, wie er sie doch in Wirklichkeit zugeben muß. Kein Kattundrucker kann sich der Seife des Wollspinners bedienen, weil sie zuverlässig sein Krappviolett verderben oder wenigstens abschwächen würde. Aber auch kein Wollspinner wird die Seife des Kattun-

druckers verwenden können, da sie nicht jenen Ueberschuß von Alkali enthält, den er braucht, um nicht bloß das Fett der Wolle zu binden, sondern um auch durch das Schäumen dieser Verbindung den Schmutz der Wolle zu entfernen. Aber die Rücksichten werden oft noch peinlicherer Art. Der Kattunfärber darf, streng genommen, nicht einmal dieselben Seifen zum Schönen seiner rothen und violetten Krappwaaren anwenden. Für die ersteren bedarf er nämlich einer Seife, die einen äußerst geringen Ueberschuß von Alkali enthält, um einen störenden gelben Farbstoff zu beseitigen; bei den letzteren würde dieser Ueberschuß die Schönheit der Farbe beeinträchtigen. Aber der Unterschied beider Seifen ist, wie die folgende Nebeneinanderstellung zeigt, außerordentlich gering:

	Fettsäuren	Natron	Wasser
Seife für Krappviolett	60,4	5,6	34
Seife für Krapproth	59,23	6,77	34

Daß in Wirklichkeit diese Unterschiede unberücksichtigt bleiben und es leider bei dem Zustande unserer Seifenfabrikation zum Schaden der Gewerbtreibenden bleiben müssen, ist eine Thatsache. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Seife, welche in einer großen Kattundruckerei gebraucht wurde, trotzdem man sie für eine völlig gleiche hielt, im Laufe eines Jahres Verschiedenheiten ergab, die 25 Proc. erreichten. So gingen dem Fabrikanten vielleicht große Summen verloren, nur

weil er es verschmähet hatte, seiner Seife einige Aufmerksamkeit zu schenken.

Möge dieser Seitenblick dienen, Hausfrauen und Gewerbetreibende zur Vorsicht im Kauf ihrer Seifen zu mahnen. Es gibt nichts Trügerisches als die Seife, und Seifenschaum und Seifenblasen sind nicht umsonst Symbole des Nichtigen und Eingebildeten. Seit man eine Seife nicht mehr mit einerlei Fettart darstellt, sondern bald mit allerlei flüssigen Pflanzenölen, bald mit dem Elaïn, das beim Pressen des Talges in der Stearinkerzenfabrikation gewonnen wird, und sich nun gezwungen sieht, manche dadurch verloren gegangene äußere Eigenschaft der Seife durch künstliche Mittel wieder zu ersetzen, seitdem hat der Seifenfabrikant selbst jede Sicherheit über die Zusammensetzung der Seife aus den Händen gegeben. Er fälscht anfangs, ohne es zu wollen. Er setzt Palmöl, Harz, Stärkemehl, Sand, Knochen nur zu, um der zu weichen Seife Festigkeit zu verleihen. Aber er erfährt bald, daß er durch solche Zusätze auch spart, daß ihm die theuren Fette z. B. durch Wasser ersetzt werden, das ihn nichts kostet. So fängt er an, absichtlich zu täuschen und nur noch darauf zu sinnen, wie er aus einer gegebenen Fettmenge die größte Menge an Seife, gleichviel von welchem innern Werthe, zu erzeugen vermag. Leider muß die Wissenschaft diesen trügerischen Bestrebungen dienen; denn sie weiß täglich mehr werthlose Stoffe anzugeben, welche durch ihr chemisches Verhalten ge-

eignet sind, als fälschende Bestandtheile in den Seifen aufzutreten. Leider wird der Umfang dieser Verfälschungen noch dadurch vergrößert, daß das Publikum im Allgemeinen noch so selten im Stande oder auch Willens ist, sich ein Urtheil über den wahren Werth einer Seife zu verschaffen.

Es gibt keinen Fortschritt in der Industrie wie im Leben, der nicht auch von Uebelständen, Nachtheilen, sogar Gefahren begleitet wäre. Die Einführung der Soda hat nicht bloß die tropischen Pflanzenfette der Seifenfabrikation dienstbar gemacht, sondern auch das Auge des Seifenfabrikanten auf eine Menge von Stoffen gelenkt, wie Knochen, Leim, Quarz, Thon, Wasser, deren Benutzung kaum den Vorwurf eines unredlich erzielten Vortheils als zu streng erscheinen lassen dürfte. Kein Gegenstand des täglichen Verbrauches ist wohl heut zu Tage so zahlreichen Verfälschungen ausgesetzt, als die Seife, und bei wenigen ist leider die Verfälschung äußerlich so schwer zu erkennen, als gerade hier.

Durch die Eigenthümlichkeit des Cocosnuß- und Palmöls, der Seife eine Menge Wasser einzuverleiben, ohne daß ihr Aussehen und ihre Festigkeit darunter leidet, in Verbindung mit dem thörichten Verlangen des Publikums, trotz der steigenden Talgpreise sich seinen Seifenbedarf so wohlfeil als möglich zu verschaffen, ist es dahin gekommen, daß der Seifenfabrikant, wenn er in der Concurrenz bestehen will, fast nur noch gefüllte Seifen fabriciren kann, und die

Kernseife allmälig ganz vom Markte verschwindet. Bei dem Mangel eines Gesetzes, das in Betreff der Seife auch nur einen ähnlichen Schutz, wenigstens vor dem Uebermaße jenes Unfuges gewährte, wie in Betreff der Metallmischungen oder auch mancher Nahrungsmittel, und bei der Schwierigkeit, selbst den wahren Gehalt einer Seife zu erkennen, ist der Käufer in steter Gefahr, übervortheilt zu werden. Benutzt doch gegenwärtig mancher Seifenfabrikant sogar die Eigenschaft der Seife, sich nur in Wasser, aber nicht in einer Kochsalzlösung aufzulösen, indem er die frische Seife eine Zeitlang in eine solche Lösung legt und so nicht allein ihr ferneres Eintrocknen verhindert, sondern ihr selbst das bereits an der Luft verlorene Wasser wiedergibt! Durch solche Kunstmittel ist es gelungen, wie wir neulich erwähnten, aus 100 Pfund Fett 200 — 300 Pfund Seife zu fabriciren. Da nun eine gute Kernseife 61 — 72 Proc. Fette enthalten muß, so bezahlt der Käufer solcher gefüllten Seifen in einem Stein mindestens 4, ja oft 10 bis 12 Pfund zu viel.

Zu den fast unvermeidlichen Verunreinigungen der Seife selbst bei sorgfältiger Zubereitung gehört der Gehalt an gewissen Salzen, namentlich kohlensauren Alkalien, Chlorverbindungen und schwefelsauren Salzen, wozu noch Eisenvitriol und Eisenoxyd kommen, durch deren Beimengung man das beliebte marmorirte Aussehen der Seifen nachzuahmen sucht. Dieser Salzgehalt schwankt bei Kernseifen zwischen 1¾ und 5, bei ge-

schliffenen Seifen dagegen zwischen 2 und 8 Proc. Man darf ihn nicht ohne Weiteres als eine Verfälschung bezeichnen, und erst, wenn er 5 Proc. übersteigt, dürfte, wenn nicht auf eine absichtliche Gewichtsvermehrung der Seife, doch auf eine nachlässige Bereitungsweise zu schließen sein, namentlich aber darauf, daß die Seife ohne Unterlauge, wohl gar auf kaltem Wege erzeugt sei und darum außer jenen Salzen auch ein Uebermaß von Wasser und das Glycerin der verseiften Fette enthalte.

Wenn wir als wirkliche Verfälschungen nur solche ansehen wollen, durch welche entweder eine Gewichtsvermehrung oder eine größere Festigkeit der Seife und damit der Schein einer guten Kernseife ohne deren Gehalt erzielt wird, so werden wir jedenfalls die namentlich bei französischen Seifen immer mehr überhandnehmende Vermischung mit Stärkemehl als solche gelten lassen müssen. Das Stärkemehl, das natürlich nur auf kaltem Wege der Seife beigemengt werden kann und dadurch überdies einen großen Wassergehalt (oft über 36 Proc.) bedingt, liefert eine außerordentlich gleichmäßige, weiße, elastische Seife, die beim Austrocknen eine durchscheinende, hornartige Masse bildet und sich allmälig an der Oberfläche holzbraun färbt. Es bleibt natürlich fast völlig unverändert in der Seife, und höchstens schwellen die Körnchen stark auf. Manche Wirthschaftsseifen enthalten über 6 Proc. dieses Stärkemehls, und in den sogenannten französischen

Seifenkugeln (savonettes) erreicht diese Beimengung, die überdies von Vielen zur Bindung und Verminderung der Sprödigkeit für unerläßlich gehalten wird, sogar 10—50 Proc.

In neuerer Zeit beginnt eine andere Verfälschung der Seife um sich zu greifen, nämlich die durch Kieselsäure. Zwar hat man längst unter dem Namen von Bimssteinseifen, Sandseifen, Kieselseifen Seifen fabricirt, welchen Kieselsäure in Gestalt eines groben, sandigen Pulvers bis zu 75 Proc. mechanisch beigemengt war. Diese Seifen dienen aber besonderen technischen Zwecken und verrathen auch durch ihr Ansehen ihren fremden Gehalt zu deutlich, um sich zum Betruge zu eignen. Aber in neuerer Zeit hat man es gelernt, die Kieselsäure auch als wirklichen Stellvertreter der Fettsäuren in die Seife einzuführen. Durch längeres Kochen von fein gemahlenem und geglühtem Feuerstein mit Kali- und Natronlauge bildet sich nämlich ein lösliches kieselsaures Alkali, das unter dem Namen des Wasserglases bekannt ist und sowohl durch sein gallertartiges Aussehen, als durch seine Wirksamkeit, da es das Alkali leicht abgibt, etwas an die Seife erinnert. Dieses Wasserglas, kieselsaures Natron bei harten, kieselsaures Kali bei Schmierseifen, vermischt man warm mit der Seife. Harte Talg- und Olivenölseifen vertragen nur in geringem Grade eine solche Mischung mit Wasserglas, da sehr bald ein Aussalzen eintritt. Schmier- und Cocosnußölseifen gewinnen aber dadurch

bedeutend an Härte, und letztere zeigen bei 24 Proc. kieselsaurem Natron und 50 Proc. Wasser auch noch nicht die geringste, ihre Fälschung andeutende Veränderung. Natürlich erlangen die Seifen durch solche Beimischung auch eine bedeutende Schärfe, was für manche Anwendungen sehr erwünscht sein kann. Namentlich hat man in letzterer Zeit sehr glückliche Erfolge von solcher Seife bei der Entschälung der rohen Seide erzielt. Auch hat man versucht, das Wasserglas in der gewöhnlichen Hauswäsche einzuführen, und es dürfte hier mindestens nicht schlechtere Dienste leisten, als früher die rohe Aschenlauge. Aber jedenfalls bleibt es ein Betrug, wenn man unter dem Namen von Seife Fabrikate verkauft, die kaum 25 Procent wirklicher Seife enthalten und sicher ganz andere Eigenschaften besitzen, als der Name ihnen beilegt.

Zu den gröbsten Fälschungen der Seife gehört offenbar die durch Schwerspath, Thon und Kreide, die man in Form von Porcellanerde, Pfeifenthon, Walkererde u. s. w. unter den Seifenleim rührt. Hier kann von einer chemischen Einwirkung auf die Bestandtheile der Seife gar nicht einmal die Rede sein, sondern es wird einfach nur eine Gewichts- und Dichtigkeitsvermehrung des ohnehin durch großen Wassergehalt verfälschten Produkts beabsichtigt. Der Zusatz von Alaun wirkt in ähnlicher Weise; nur geht überdies die Thonerde desselben mit dem Wasser eine gallertartige Verbindung ein, während seine Schwefelsäure einen be-

deutenden Gehalt an schwefelsauren Alkalien herbeiführt.

Zu den besten und längst üblichen Ersatzmitteln der Fettsäuren in Seifen gehören die Harze, namentlich das Colophonium. Die Harze sind nämlich ebenfalls Säuren und gehen mit den Alkalien Verbindungen ein, die in ihren Eigenschaften sich den fettsauren Alkalien in vielen Beziehungen anschließen. Im Wasser löslich, werden diese Harzseifen durch Kochsalz als eine weiche, dunkelbraune Masse ausgeschieden. An der Luft trocknen sie nicht aus und behalten ihren eigenthümlichen Harzgeruch. Für sich allein können sie die gewöhnlichen Seifen nicht vertreten; aber im richtigen Verhältniß namentlich Palmölseifen beigemengt, geben sie eine gelbe, feste, durchscheinende und vortrefflich schäumende Seife, die für mancherlei Zwecke durchaus brauchbar ist und also nicht ohne Weiteres mit dem Brandmal des Betruges gezeichnet werden kann.

Eine solche Brandmarkung gebührt aber mit vollem Recht einem andern Fabrikat, dem man auch den Namen Seife beilegt, und das man durch Behandlung von Knochen mit Alkalien gewinnt. Wenn man nämlich Knochen, nachdem sie zuvor in concentrirter Natronlauge aufgelockert und gemahlen sind, mit Lauge erhitzt, so tritt eine Zersetzung der darin vorhandenen leimgebenden Substanzen ein, und es bildet sich Leim, der mit dem Alkali eine seifenähnliche Verbindung eingeht. Bei einem geringen Zusatz von Fett erhält man

eine ziemlich harte, aber braungefärbte und übelriechende Seife, die außer dem Leim auch den phosphorsauren Kalk der Knochen, alle Verunreinigungen der Lauge und das Glycerin der Fette enthält und überdies keine Reinigung durch Aussalzen erträgt, da mit den Salzen auch der größte Theil der Leimverbindungen von der Kochsalzlösung aufgenommen werden würde. Um den üblen Geruch solcher Knochenseifen zu vermeiden, der nur zu leicht zum Verräther jedes versuchten Betruges wird, schlägt man häufig ein anderes Verfahren ein. Man behandelt nämlich die Knochen mit Salzsäure und entfernt dadurch zugleich alle unorganischen Bestandtheile derselben, so daß nur die leimgebende Substanz zurückbleibt, welche bekanntlich mit Wasser eine Gallerte bildet. Diese Gallerte eignet sich nun vortrefflich unmittelbar als Verfälschungsmittel, da sie, mit Seifen vermischt, diesen die weiße Farbe und den Schein der Reinheit erhält, während die Verbindung des Leimes mit Alkalien immer eine braune Färbung ertheilt. Statt der Knochen wendet man häufig auch Häute, Sehnen, selbst Fische, Wolle und andere leimgebende thierische Abfälle an, welche gleichfalls seifenähnliche alkalische Verbindungen bilden, aber in hohem Grade von den gleichzeitig entstehenden alkalischen Proteïnverbindungen überwogen werden, die natürlich nichts mit Seifen gemein haben.

Gewiß, es steht recht schlimm mit unserer Seife aus, und unsere Hausfrauen und Gewerbsleute werden

erschrecken, wenn sie hören, wie theuer sie bisher oft ihre Seife bezahlen mußten, und wie leicht sie überdies dadurch ihrer Wäsche oder ihren Waaren schaden konnten. Es ist um so schlimmer, als die meisten dieser Verfälschungen bei einiger Vorsicht auch von dem geübtesten Auge nicht erkannt werden können, obgleich sie vielleicht 75 Proc. der Seife erreichen. Freilich trifft dieser Betrug vorzugsweise nur ohnehin schlechte, wasserreiche Fabrikate, namentlich die Cocosnußöl- und Palmölseifen, während gute Talg- und Oelseifen keine bedeutende Fälschung ertragen. Es ist eine scheinbare Ausnahme von der Regel, daß nur das Gute gefälscht wird, aber zugleich eine Bestätigung des alten Satzes, daß wer dem Teufel einen Finger reicht, auch die ganze Hand hergeben muß. Es ist nur um so schlimmer, sage ich, daß die guten Seifen durch ihren Widerstand gegen betrügerische Bestrebungen sich mit der Zeit nur um so unmöglicher auf dem Markte machen.

Meine erschreckten Leserinnen werden nun aber auch von mir wissen wollen, wie sie sich vor diesen überhandnehmenden Betrügereien schützen können. Das ist freilich eine schwierige Frage. Besäßen unsere Hausfrauen chemische Kenntnisse, so ließe sich ihnen leicht rathen. So aber soll ich ihnen helfen, ohne ihre Gelehrsamkeit, ja ohne auch nur ihre Bequemlichkeit allzu sehr in Anspruch zu nehmen. Es werde dennoch versucht!

Wir haben gesehen, daß das Wasser in der Seife der böse Feind ist, der den übrigen bösen Feinden erst

Thür und Thor zu öffnen pflegt. Will eine Hausfrau ihre Seife auf diesen Wassergehalt prüfen, so trockene sie einige Stückchen Seife in gelinder Wärme sorgfältig aus und wäge vor und nach dem Trocknen. Der Gewichtsverlust ergibt den Wassergehalt, und wenn dieser über 12 oder 20 Proc. steigt, so kann sie sicher sein, eine geschliffene und zugleich andrer Verfälschungen verdächtige Seife zu besitzen. Auch schon das Schmelzen eines Stückchens Seife in einem Löffel über der Flamme kann über den Wassergehalt einige Auskunft geben. Gute Kernseife wird nur weich, wasserhaltige Seife dagegen zerfließt.

Aber die Hausfrau will sich wohl auch gern über andere Verunreinigungen ihrer Seife unterrichten. Bisweilen kann sie schon das äußere Ansehen oder der Geruch leiten. Dahin gehört das sogenannte Auswittern oder Beschlagen der Seife. Es sind nämlich die fremden Salze, namentlich Natronsalze, welche bei längerem Aufbewahren an der Oberfläche der Seife krystallinisch ausschwitzen. Die braune Farbe deutet ferner sehr häufig auf Gegenwart von Harz- oder Leimseifen hin. Knochen- und Fischseifen machen sich durch starken Geruch bemerkbar, und die Harzseife verräth sich durch ihren starken Harzgeruch mindestens bei Anwendung einiger Tropfen Schwefelsäure.

Aber es gibt noch sicherere Prüfungsmittel für verdächtige Seifen. Diese beruhen auf der Löslichkeit wirklicher Seifen im Weingeist und auf ihrer Unlös-

lichkeit in starker Kochsalzlösung. Im Weingeist werden natürlich alle unlöslichen fremden Beimengungen ausgeschieden, in der Kochsalzlösung werden die löslichen aufgelöst. Sollte der Hausfrau die Löslichkeit der Seife in Weingeist unbekannt sein, so muß ich sie daran erinnern, daß sie sich bereits oft genug solcher weingeistigen Seifenlösungen, wenn auch nur zu Gesundheitszwecken bediente. Talgseife löst sich nämlich in Weingeist bei gelindem Erwärmen vollständig auf, erstarrt aber beim Erkalten zu einer durchscheinenden Gallerte. Eine solche Seifengallerte, mit Kampher und Salmiakgeist versetzt, bildet den beliebten Opodeldoc. Oelseife löst sich auch im Weingeist, gerinnt aber nicht beim Erkalten und bildet daher den bekannten Seifenspiritus. Durch Verdampfen erhält man indeß daraus wieder eine feste, aber durchsichtige Seife, die sogenannte Transparentseife.

Eine solche weingeistige Seifenlösung hat sich die Hausfrau zu bereiten, wenn sie die Reinheit ihrer Seife in aller Bequemlichkeit prüfen will. Zu diesem Zwecke wird ein Loth in Späne zerschnittener und gehörig ausgetrockneter Seife in einem Glaskolben mit 10—12 Loth Weingeist übergossen und zum Sieden erhitzt. Aus der so erhaltenen Lösung scheiden sich allmälig alle fremden Salze, alle kohlensauren Alkalien, Kreide, Stärkemehl, Thon, Knochenerde, Kieselerde, Proteïnverbindungen der Alkalien und zum Theil auch der Leim ab. Die Salze bilden einen krystallinischen

Bodensatz; Knochenerde, Kreide und Kieselsäure fallen gleichfalls zu Boden, aber als schweres, weißes Pulver; kieselsaure Alkalien erzeugen einen sehr sauren, allmälig erhärtenden Niederschlag; Stärkemehl und zum Theil auch Thonerde erhalten sich lange schwebend in der Flüssigkeit; der Leim und seine Verbindungen bilden endlich flockige Massen im Weingeist. So können wenigstens die wichtigsten Verfälschungen nicht verborgen bleiben, und durch Wägen des sorgfältig gewaschenen und getrockneten Rückstandes kann man sich sogar annähernd über den Grad der Fälschung unterrichten.

Es soll mich freuen, wenn sich hie und da eine Hausfrau durch eine solche Prüfung davon überzeugt, daß sie sich bisher hat vielfältig betrügen lassen, was Hausfrauen bekanntlich nie gern eingestehen. Freilich kann sie noch in ganz anderer Weise und viel gröber betrogen werden, wo sie es sogar noch weniger nöthig hätte.

In alten Geschichten liest man wohl noch von Wunderdoctoren und Quacksalbern, die ihre Buden auf den Märkten aufschlugen und ihre Wunderarzeneien und Universalmittel, ihre Kräuterelixire und Balsame marktschreierisch ausboten. Die fortschreitende Bildung und — Polizei hat diese öffentlichen, privilegirten Betrüger vertilgt. An ihrer Stelle sieht man nur noch auf den Märkten einzelne Tische mit Fleckkugeln, Seifen, Fläschchen bedeckt, deren Inhaber das Geschäft

jener Herren aus der guten alten Zeit mit schreiender Stimme fortsetzen, indem sie als Köder hie und da einem vorübergehenden Bauer die Mütze vom Kopfe reißen und vor den Augen der staunenden Umgebung von ihren mancherlei Schmutzflecken säubern. Aber das ist nicht der einzige Rest der alten Marktschreierei. In den Bekanntmachungen unserer Zeitungen, in den glänzend decorirten Parfümerieläden spielt sie noch eine weit bedeutendere Rolle, bequemer, eleganter, aber auch unverschämter. Auf dem Markte ist es nur die Unwissenheit des Bauern, des gemeinen Mannes, die zur Beute fällt. Hier ist es die feine, hochgebildete Welt der Salons, die sich weit gröber als jene Bauern, aber ganz im Stillen betrügen läßt. Mit sogenannten kosmetischen Seifen wird in der ganzen civilisirten Welt ein außerordentliches Geschäft betrieben. Aber Keiner von denen, die solche Seifen kaufen, weiß, daß er eigentlich dabei nichts weiter als den papiernen Umschlag bezahlt, daß der Fabrikant sich nicht einmal die Mühe gibt, die orientalische Seife, die ihm als Muster dient, selbst nachzumachen, sondern nur dafür sorgt, daß der Papierfabrikant ihm ein getreues Facsimile des Umschlages liefert, und daß selbst das Parfüm der Seife oft nur äußerlich an diesem Papiere haftet.

Die meisten dieser von Marktschreiern, Hausirern oder in öffentlichen Annoncen angepriesenen und selbst von Behörden concessionirten oder von Aerzten und

Chemikern beglaubigten Waschmittel, Gesundheitsseifen, Fleckwasser und Fleckkugeln, enthalten höchst unschuldige, zum Theil selbst ganz wirksame Stoffe, und der Betrug liegt mehr in den hochtrabenden Namen und vor Allem in den zu ihrem reellen Werthe in gar keinem Verhältniß stehenden Preisen, zu denen sie verkauft werden. Ein solches Fleckmittel, das unter dem Namen Saponine conservatrice in Frankreich vor einiger Zeit eine sehr bedeutende Rolle spielte, das sogar mit einer Medaille gekrönt worden war und in kleinen Fläschchen à 1 Thlr. 10 Sgr. mit Begier von Jedermann gekauft ward, zeigte sich bei einer chemischen Untersuchung als nichts Anderes, als eine Auflösung von gleichen Theilen venetianischer und gewöhnlicher Seife in Weingeist. Ein anderes Fleckwasser, das besonders zur Entfernung von Fettflecken vielfach empfohlen wurde, bestand aus einer Mischung von Terpentinöl, Weingeist und Aether. Andere solche Fleckwasser werden aus der bekannten Seifenwurzel bereitet, deren Abkochung entweder mit etwas Salmiakgeist oder, wie bei dem Le François'schen, mit Citronensaft und Weingeist versetzt wird. Ein sehr beliebtes Waschpulver, das sogenannte Pariser, das als Geheimmittel, um die Haut zart und weiß zu erhalten, zu hohen Preisen verkauft wird, kann sich Jeder aus getrocknetem Reismehl und etwas gepulverter Soda billig und bequem selbst bereiten. Andere, nicht minder gesuchte verschönernde Waschpulver enthalten als Grund-

bestandtheil das ausgepreßte und getrocknete Mehl zerriebener bitterer Mandeln, das gewöhnlich noch mit Kartoffelstärke und Bohnenmehl vermischt wird und durch etwas venetianische Seife und florentinische Veilchenwurzel seine seifenähnlich schäumende Eigenschaft, durch Rosenwasser und einige Tropfen Orangenblüthöls sein Parfüm erhält. Eine unter dem Namen „Ackermann's medicinische Seife" zur Vertreibung von Ausschlägen, Kröpfen, Gichtknoten, Warzen und anderer Beschwerden viel empfohlene Gesundheitsseife ergab sich bei der Untersuchung vorzugsweise aus venetianischer Seife, Kochsalz, Lavendelblumen, Weingeist und etwas Bergamottöl bestehend. Die bekannte Javelle'sche Lauge (Eau de Javelle) enthält als wesentlichsten Bestandtheil eine Chlorverbindung, besonders Chlorkalk. Die sogenannten Fleckkugeln endlich, mit denen ein wahrhaft schamloser Handel namentlich unter den niedern Klassen getrieben wird, sind selten etwas anderes, als Gemische von Seife, Eidotter, Ochsengalle und Terpentinöl, bisweilen auch Honig, Salmiak, Potasche u. s. w. Weiße Fleckkugeln sind oft wohl gar nichts weiter als weißer Bolus.

Es ist aber nicht der einzige Nachtheil, welcher durch die schamlose Gelderpressung beim Verkaufe dieser Geheimmittel dem Publikum bereitet wird. Die meisten dieser betrügerischen Fabrikanten besitzen nämlich außer dem Mangel an Rechtlichkeit auch nicht einmal die Kenntnisse und Fähigkeiten, um dergleichen Mittel

sachgemäß herzustellen und zu empfehlen. Beim Gebrauche derselben läuft man daher leicht Gefahr, sich einen Schaden zuzufügen, der den beseitigten weit überwiegt. Schönheitswässer und Gesundheitsseifen sollten überhaupt nie von verständigen Leuten oder doch nicht ohne große Vorsicht angewandt werden, da ihr Nutzen mindestens ein sehr zweifelhafter, ihr Schaden aber oft ein sehr empfindlicher sein kann. Fleckmittel aber müssen ebenso mannigfaltig sein, als es die Flecke sind, welche sie entfernen sollen. Das gebietet die Chemie; denn auch der Vorgang der Fleckenreinigung ist chemischer Natur, eine Auflösung oder Bindung des befleckenden Stoffes.

Gegen Flecken, die von Alkalien, Kalk, Urin, Tinte, Rost herrühren, sind Säuren allein wirksam. Schwächere Säuren, namentlich Citronensäure und Essig sind die zweckmäßigsten und werden ja auch für sich ohne prunkende und auf betrügerische Zwecke hinauslaufende Beimischungen oder Umtaufungen von mancher Hausfrau angewardt. Zum Vertilgen von Rost- und Tintenflecken dient dagegen das allbekannte, leider nur zu oft durch Weinstein und saures schwefelsaures Kali verfälschte Kleesalz, dessen Säure, die Oxalsäure, eine farblose und lösliche Verbindung mit dem Eisenoxyd des Fleckes eingeht. Von Säuren herrührende Flecke erfordern dagegen zu ihrer Entfernung alkalische Reinigungsmittel, und unter diesen empfiehlt sich durch seine Flüchtigkeit namentlich der verdünnte

Salmiakgeist. Kali und Natron lassen leicht neue Flecke zurück, die erst durch verdünnte Säuren wieder gehoben werden müssen, zu denen man bei mit Berlinerblau gefärbten Zeugen noch etwas Blutlaugensalz, bei schwarzgefärbten noch etwas Galläpfeltinktur hinzufügen muß. Flecke, die durch pflanzliche Farbstoffe, namentlich Rothwein, Kirschen, Heidelbeeren auf weißen Zeugen entstanden sind, werden am besten durch bleichende Mittel, also chlorhaltige, besonders Chlorwasser oder Javelle'sche Lauge entfernt. Um Fett-, Wachs-, Harzflecken wegzuschaffen, ohne die Farben der reinigenden Stoffe anzugreifen, bedient man sich am zweckmäßigsten ätherischer Oele, wie Citronenöl, Lavendelöl, Terpentinöl, oder deren Auflösung im Weingeist, also der bekannten Eau de Cologne, oder des Aethers selbst. Auch Seifen und seifenähnlich wirkende Stoffe, wie Eidotter und Ochsengalle, eignen sich für diesen Zweck.

Wenn sich denn mit so geringen Mitteln sicher erreichen läßt, was jene theuer bezahlten Geheimmittel doch nur zweifelhaft und selten ohne anderweitige Einbuße gewähren, so wird manche meiner verehrten Leserinnen vielleicht ganz entrüstet ausrufen: Warum warnt und schützt man uns denn nicht besser vor solchem Betruge, warum wird denn nicht von jedem neuen Geheimmittel sofort eine chemische Analyse zu Nutz' und Frommen des Publikums veröffentlicht? Ich gebe zu, daß dies öfter geschehen sollte und längst mancher

Schutz hätte gewährt werden können; aber ich kann doch auch die Besorgniß nicht unterdrücken, daß es vergeblich sein würde. Die Töchter Eva's — ich will ihnen keineswegs damit zu nahe treten, denn die Söhne Adam's gleichen ihnen oft wie Zwillingsgeschwister — scheinen außer ihrer sprichwörtlichen Liebe zu Geheimnissen auch eine unüberwindliche Neigung zu Geheimmitteln geerbt zu haben. So lange Wunderdoctoren, wie der Schuster Lampe in Goslar und der Fuhrmann Schroth in Mähren, noch Schätze sammeln, werden auch die Handelsleute und Fabrikanten von Fleckmitteln, kosmetischen und Gesundheitsseifen nicht verhungern. Andererseits aber ist die betrügerische Industrie eine wahre lernäische Hydra. Für ein enthülltes Geheimmittel würden zehn neue auftauchen, und die Wissenschaft selbst würde durch ihre Entdeckungen immer neue Stoffe bieten, welche die alten verpönten zu ersetzen und dem Betruge neue glanzvolle Namen zu leihen vermöchten.

Unter den mancherlei seifenartig wirkenden Stoffen, welche mit mehr oder minder Recht theils in den beliebten Fleckmitteln, theils an sich in unseren Haushaltungen zur Verwendung kommen, sind einige, welche noch eine besondere Beachtung verdienen. Die meisten von ihnen datiren ihre Einführung aus einer Zeit, wo die Seife selbst noch ein seltner Artikel und eines Surrogats bedürftig war. Obenan stehen jene eigenthümlichen, wir möchten fast sagen, vegetabilischen Sei-

fen, die Wurzeln, Blätter und Früchte der sogenannten Seifenpflanzen, die ihre stark schäumende und alkalisch ätzende Eigenschaft einem gemeinsamen Extractivstoffe, dem Saponin verdanken. Bei uns ist es die Familie der Nelkenpflanzen, welche von der Natur zur Dienstleistung in der Wäsche auserſehen ist. Das Seifenkraut (Saponaria) liefert die von Alters her bekannte rothe Seifenwurzel; aber auch die Blätter und Wurzeln unserer gewöhnlichen Lichtnelke (Lychnis dioica) und des Gypskrautes (Gypsophila) geben mit Wasser einen seifenähnlichen Schaum. Auf den Antillen sind es die Früchte eines unserer Roßkastanie verwandten Baumes, des Seifenbaumes (Sapindus Saponaria), welche zum Waschen der Leinwand dienen und sich durch so kräftige alkalische Wirkungen auszeichnen, daß sie oft selbst zerstörend werden. Kalifornien hat uns eine neue Seifenpflanze gebracht, das Phalangium pomeridianum, dessen zwiebelartige Knollen sich geradezu als Seifenkugeln benutzen lassen. Auch das Thierreich liefert seine natürlichen Seifen in dem Eigelb und der Galle. Beide werden noch immer sehr häufig in der Seiden- und Sammetwäsche angewandt, aber wohl nur der letzteren kommt eine eigentliche chemische Wirkung zu, da ihre Hauptbestandtheile, Gallensäure und Natron, in der That eine der Seife entsprechende Verbindung bilden. Die ätherischen Oele und ihre Auflösungen, die man bekanntlich gleichfalls zum Waschen von Seidenzeugen und zur Entfernung

von Harz-, Fett- und Wachsflecken anwendet, werden in neuerer Zeit mehr und mehr durch einen neu entdeckten Stoff, des Benzin oder Benzol, verdrängt. Die ätherischen Oele verharzen nämlich bekanntlich an der Luft und hinterlassen daher leicht Spuren in den gereinigten Zeugen. Das Benzin dagegen, eine Kohlenwasserstoffverbindung, die zuerst aus der Säure des Benzoëharzes dargestellt wurde, jetzt aber weit billiger aus dem Urin der Pferde und dem Steinkohlentheeröl gewonnen wird, löst nicht allein alle Fettstoffe, Harze u. s. w. ebenso leicht auf, sondern verflüchtigt sich auch mit ihnen vollkommen und spurlos. Aus diesem Benzin wird zugleich durch Behandlung mit Salpetersäure ein neuer Stoff bereitet, der als künstliches Bittermandelöl in der Parfümerie eine bedeutende Rolle spielt und vorzüglich in der Bereitung der sogenannten Bittermandelseife seine Anwendung findet.

Wenn es mir gelungen sein sollte, in diesen Betrachtungen über die Seife nicht bloß den Geist manches Lesers mit neuen Kenntnissen und Anschauungen bereichert, sondern auch den wirthschaftlichen Bestrebungen mancher Hausfrau gedient zu haben, so darf ich um so weniger von diesem Gegenstande scheiden, ohne noch einen letzten Blick auf seine große volkswirthschaftliche Bedeutung geworfen zu haben. Ich habe im Eingange dieser Betrachtungen nach Liebig's Vorgang die Seife als einen Maßstab für den Wohlstand und die Civilisation der Völker bezeichnet.

Ich will die Berechtigung dieser Bezeichnung dahin gestellt sein lassen. Wenn ich aber zugleich die Seife für einen der wichtigsten Hebel für Handel und Industrie erklärte, so bin ich noch einen Beweis schuldig; denn hier müssen Zahlen beweisen, und diese will ich am Schlusse geben. England besaß im Jahre 1850 329 Seifensiedereien, die zusammen etwas über 2 Millionen Centner Seife erzeugten. Diese Seifenfabrikation setzt aber wieder nach chemischen Gesetzen eine Erzeugung von mehr als 340,000 Ctnr. Soda voraus, die wieder durch eine Produktion von 375,000 Ctnr. Kochsalz und 330,000 Ctnr. Schwefelsäure bedingt ist. Die obige Seifenmenge setzt aber noch weiter 1,360,000 Ctnr. Fett voraus. Diese vermag weder die reiche englische Viehzucht, noch die Einfuhr russischen Talges zu liefern, und so werden die fernen Länder der Tropen in Contribution gesetzt. Nicht weniger als 447,796 Ctnr. Palmöl und 98,039 Ctnr. Kokosöl wurden in diesem einen Jahre in England eingeführt. Wer kann solchen Zahlen gegenüber noch die tief eingreifende Bedeutung der Seife bezweifeln!

Die 8 Pfund Seife, welche im Durchschnitt jeder Engländer alljährlich verbraucht, die 24 Mill. Pfund, die allein in London alljährlich zur Verwendung kommen, sie sind ein sprechendes Zeugniß für die Kraft und Freiheit der englischen Industrie und in der That also auch ein Maßstab für die Civilisation und sittliche Bildung dieses Volkes. Wir wollen von unserm

Vaterlande schweigen, um nicht durch Zahlen zu einem Vergleiche genöthigt zu werden, der für unsere Industrie und damit auch für ihre Bedingungen wie für ihre Wirkungen allzu ungünstig ausfallen möchte!

Zweites Kapitel.

Die Färbekunst.

So alt als die menschliche Kultur überhaupt, so alt als die Kunst, Metalle zu schmelzen und zu schmieden, älter als alle schriftlichen Denkmäler, als die Schreibkunst selbst und die Hieroglyphen der Pyramiden, ist die Färberei. Des Menschen Lust am Putz erwachte früher als seine Lust an Waffen. Darum versetzen die Chinesen den Ursprung der Färbekunst in die Zeit vor der Sündfluth. Die alten Aegypter hinterließen uns bereits in ihren ältesten Denkmälern in verschiedenen Farben gefärbte Zeuge von Leinen und Baumwolle. Der Verfasser der mosaischen Bücher erzählt von einem bunten Rocke Josephs, von einem Scharlachfaden, mit welchem die Hebamme den erstgeborenen Zwilling der Thamar bezeichnete, von zweimal gefärbten Zeugen und sogar von Schattirungen der Farben. Hiob erwähnt prachtvoll gewebter Gewänder Indiens. Zur Zeit der homerischen Helden stickte man bereits mit farbigen

Fäden, und Minerva sollte diese Kunst erfunden haben. Tyrus' Ruhm knüpfte sich an die Kunst der Purpurfärberei, und Sardes verdankte ihr seinen Reichthum. Nach Plinius wußte man damals bereits diese Purpurfarbe durch gefaulten Urin und Nitrum (kohlensaures Natron) künstlich zu nüanciren. Selbst die rohen Römer besaßen schon zur Zeit des Numa Pompilius ihre Färberzunft, und zur Kaiserzeit lieferten drei Welttheile ihnen die bunten Gewänder ihrer Ueppigkeit, kannten sie bereits Indigo und Krapp. Auch unsern deutschen Vorfahren war die Kunst des Färbens nach den Berichten des Tacitus nicht unbekannt, und wenn das Mittelalter, wie über alle Künste, so auch über diese ihren düstern Schleier deckte, so brachten sie die Kreuzzüge von den Griechen und Saracenen zurück. Die Levante war, wie im Alterthume, noch immer der Hauptsitz der Färbekunst; von dort brachte ein deutscher Ritter um das Jahr 1300 die Orseillefärberei nach Italien; dort wurde das türkische Garn gefärbt, und das Krapproth kam von dort nach Holland und Deutschland. Durch die Entdeckung Amerika's und des Seewegs nach Ostindien begann ein neues Leben für die Färbekunst. Zahlreiche neue Farbhölzer wurden entdeckt; der Indigo kam auf dem neuen Seewege nach Europa und verdrängte den schon den alten Deutschen bekannten Waid, zu dessen Schutz man sogar in Deutschland und Frankreich die Anwendung des Indigo verbieten mußte; die Cochenille Mexiko's verdrängte die bisher gebräuchliche polnische, und

der Kermes kam auf's Neue durch die Araber nach Europa. Um diese Zeit bildete sich zuerst die sogenannte Schönfärberei aus, die Kunst, ächte, haltbare Farben den Zeugen zu verleihen. Sie beruhte auf der allerdings schon den Alten bekannten Thatsache, daß gewisse Salze, namentlich der Alaun, die Vitriole, der Bleizucker, Niederschläge in Farbelösungen bewirken, so daß, wenn diese Niederschläge in der Faser selbst hervorgebracht werden, sie dann durch Wasser nicht mehr entfernt werden können. Allmälig erkannte man auch, daß solche Salze geeignet seien, die ursprüngliche Farbe der Färbestoffe zu verändern, zu erhöhen und zu verschönern. Eine Entdeckung folgte nun der andern, zahllose neue Farbemittel wurden aus dem Pflanzenreiche entlehnt, und die Chemie that das Ihrige, neue Beizen zu liefern, um diese Farben zu fixiren und zu nüanciren. Oft mußte der Zufall helfen. Ihm verdankt die Färberei wenigstens eines ihrer wichtigsten Beiz- und Schönungsmittel, das Zinnsalz. Der bekannte Erfinder des Thermometers, der Holländer Drebbel, so berichtet Beckmann in seiner Geschichte der Erfindungen, hatte im Jahre 1639 einen Cochenilleauszug mit Wasser gemacht, um Thermometer damit zu füllen. Zufällig mischte sich dieser mit etwas Königswasser, das aus einem am Fenster stehenden Glase über das Zinn, womit die Scheiben verbunden waren, ausgelaufen war, und der Anblick der prachtvollen scharlachrothen Farbe, in welche sich dadurch die

gewöhnliche kirschrothe der Cochenille verwandelte, gab den Anlaß zu jener Scharlachfärberei, welche um die Mitte des 17. Jahrhunderts für England einer der wichtigsten Industriezweige wurde.

Wie interessant es sein mag, den Blick in das Detail dieser Geschichte der Färbekunst zu vertiefen, so müssen wir uns doch dieser Lockungen entschlagen, um ein Auge zu behalten für das, was näher liegt, die Betrachtung der Grundzüge unserer heutigen Färberei. Chemische Gesetze sind es jedenfalls, welche diese Kunst bis in ihre unbedeutendsten Einzelnheiten begründen; aber nirgends hat die Wissenschaft so wie hier ihre Aufgabe ungelöst gelassen. Noch ist die Färberei mehr Kunst als Wissenschaft, mehr Sache der Erfahrung und des Zufalles, als des Gesetzes und der Zahl.

Wenn die Alten malten, so machten sie es fast wie unsere Kinder. Sie malten mit Farben, sie trugen ihre fein gepulverten und geriebenen, durch Wasser, Gummi, Leim oder Oel flüssig gemachten Farbstoffe, Kreide oder Bleiweiß, Kienruß, Braunstein, Ocker, Zinnober oder Mennige, Grünspan oder Indigo, auf ihre zu färbenden Gegenstände, selbst auf ihre herrlichen Statuen auf. Oder sie tränkten ihre Zeuge, ähnlich den Versuchen unserer Kinder, Läppchen mit Kirsch= oder Heidelbeersaft oder mit Blut zu färben, mit wirklichen Farbebrühen, dem Saft der Purpurschnecke oder verschiedenen Pflanzenaufgüssen. Beide Arten der Färbung hatten ihre Unvollkommenheiten, wiewohl wir sie noch

heute benutzen. Die eine bildet ja noch jetzt das Wesen aller Malerei und dient bei allen Anstrichen von Holz, Eisen- und Mauerwerk, bei der Tapeten- und Buntpapierfabrikation; die andere wendet man noch heute an beim Beizen des Holzes, beim Färben des Marmors, beim Bläuen der Wäsche und des Schreibpapiers. Jene Methode gibt zwar satte und lebhafte Farben, eignet sich aber nicht für die Färbung leichter, biegsamer Gewebe; diese erzeugt dafür nur matte und wenig haltbare Farben und gestattet selten die Erzeugung mehrerer Farben neben einander, die Färbung von Mustern, wie sie die heutige Mode doch fordert. Die wahre Kunst des Färbens besteht darum in einer Verbindung beider Methoden, in einem Durchdringen der Gewebe mit färbender Flüssigkeit und einer gleichzeitigen Erzeugung eines festen und unlöslichen Farbstoffes nicht auf, sondern in den Geweben. Dieser doppelte Zweck wird durch die sogenannten Beizen erreicht.

Mit Ausnahme gewisser harzartiger Farbstoffe, wie Sandelholz und Alkannawurzel, die nur in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen löslich sind und in dieser Form dem Tischler zum Beizen der Möbel dienen, lösen sich die meisten Farbstoffe leicht im Wasser auf. Solche Farbebrühen oder Farbeflotten sind es, die sich der Färber bereitet. Aber nur selten würde er seine Gewebe ohne Weiteres in diese Flotten werfen dürfen; nur bei Indigo, Curcuma, den Färberflechten, bei Catechu oder dem braunen Farbstoff der Wallnußschalen

würde er eine bleibende, durch Wasser nicht wieder verschwindende Färbung erwarten dürfen. Zugleich zeigen auch die Gewebe selbst oft ein ganz verschiedenes Verhalten gegen denselben Farbstoff; die einen, Seide und Wolle, nehmen ihn sehr leicht, die andern, Baumwolle, Hanf, Leinen, wenig oder gar nicht auf. Aber die sonderbarste Erscheinung hierbei ist offenbar, daß der am gesättigtesten gefärbte Stoff gar nicht einmal immer den meisten Farbstoff angesogen hat, daß z. B. durch Seide eine Cochenillebrühe viel mehr entfärbt wird, als durch Wolle, obgleich erstere doch weniger gefärbt erscheint. Dies deutet jedenfalls auf einen chemischen Vorgang hin, auf eine verschiedene chemische Anziehung, welche zwischen den Geweben und Farbstoffen besteht. Gibt es aber eine solche, so müssen wir auch im Stande sein, Stoffe auszufinden, welche eine gleiche Verwandtschaft zu den Farbstoffen, wie zu den Geweben besitzen und daher geeignet sind, die Vermittlung zwischen beiden zu übernehmen.

Daß die Farbstoffe chemischen Veränderungen leicht zugänglich sind, davon zeugen die bleichenden Einwirkungen des Lichtes, des Chlors, der schwefligen Säure. Aufnahme oder Verlust von Sauerstoff oder Wasserstoff zaubert bald die prachtvollsten Farben und vernichtet sie bald. Ganz gewiß werden diese Stoffe darum auch nicht jenen Einwirkungen entgehen, welche die wichtigsten und eingreifendsten Veränderungen im Gebiete des Chemismus veranlassen, den Einwirkungen der Säuren

und Basen, zu welchen die Farbstoffe eine chemische Verwandtschaft zeigen, denen gegenüber sie sich geradezu wie schwache Säuren verhalten. Starke Basen zersetzen die Farbstoffe freilich, verdünntere aber bringen durch Verbindung mit den Farbstoffen Nüancirungen hervor, die von der höchsten Bedeutung für die Färberei werden.

Die auffallendste Eigenthümlichkeit in ihrem Verhalten zu den Farbstoffen besitzen die Metalloxyde. Wir haben schon früher gesehen, daß manche Säuren im Stande sind, die prächtigsten Färbungen durch ihre Verbindung mit gewissen Metalloxyden, namentlich mit Eisenoxyd und Bleioxyd zu liefern. Wir haben das Berlinerblau, das Chromgelb, die Dinte bereits kennen gelernt. Sie erzeugten sich durch Einwirkung von Blutlaugensalz auf Eisenvitriol, von chromsaurem Kali auf Bleizucker, von Galläpfeltinktur auf Eisenvitriol, und es waren neue unlösliche, pulverförmige Salze, blausaures Eisen, chromsaures Blei, gerbsaures Eisen, deren Bildung die auffallenden Färbungen bedingte. Der Färber benutzt diese Vorgänge in der That, er tränkt seine Gewebe mit dem einen Salze und taucht sie dann in die zweite Lösung, um das färbende Salz dauerhaft in seinem Gewebe selbst zu erzeugen. An die Stelle jener Säuren lassen wir nun die pflanzlichen oder thierischen Farbstoffe treten. Sie zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, wenn wir sie mit gewissen Salzen mischen, erzeugen ganz ähnliche, unlösliche, gefärbte

Verbindungen, und gestatten darum eine ganz ähnliche Anwendung.

Wenn wir eine Farbebrühe mit der Auflösung eines metallischen Salzes, namentlich eines Thonerdesalzes, eines Zinn-, Eisen-, Kupfer- oder Bleisalzes vermischen, so entsteht, wie bei der Mischung von chromsaurem Kali und essigsaurem Bleioxyd, eine neue Verbindung. Der Farbstoff tritt an das Oxyd, an die Thonerde, das Zinn-, Eisen-, Kupferoxyd, und fällt mit diesem als pulverförmiger, unlöslicher Niederschlag zu Boden. Diese Eigenschaft ist es vorzugsweise, auf welche sich die Darstellung der Lacke gründet, aber sie ist es auch zugleich, welche die Verwandtschaft zwischen Farbstoff und Gewebe vermittelt, indem die metallischen Salze gleichzeitig eine Verbindung mit den Geweben eingehen. Diese Salze nun, welche die Gewebe für die Farben empfänglich machen, sind es, die man Beizen nennt.

Das Verfahren des Färbers erscheint jetzt als ein höchst einfaches. Nachdem er seine Gewebe für die Aufnahme der Beizen vorbereitet, nachdem er sie gereinigt und gebleicht, die rohe Seide entschält, die Wolle entfettet oder entschweißt hat, taucht er sie in seine Beize, die Seide bei gewöhnlicher Temperatur, die Wolle in der Siedhitze, Leinen und Baumwolle bei einer Wärme von 35 — 40°. Der gebeizte Stoff nimmt nun in der Farbeküpe seine Färbung an. Aber so einfach dieses Verfahren scheint, so mancherlei geben

dem Färber doch die Veränderungen zu bedenken, welche seine Farbstoffe durch diese Verbindung mit der Beize erfahren. Es ist nicht allein ein Festwerden des Farbstoffes, welches durch die Beize bewirkt wird, die Farbe selbst wird durch die Eigenthümlichkeit des Oxydes bedingt, an welches sie gebannt wird. Das schmutzig bräunliche Roth, welches das Rothholz ohne Beize im Baumwollengewebe zeigt, gewinnt schon durch eine Pottaschelösung eine intensivere Färbung, die freilich keine große Dauer besitzt, wird aber durch ein Kupfersalz in ein herrliches Kirschroth, durch Alaun in ein Ziegelroth, durch Eisenvitriol in Braun, durch Zinnsalz in ein prächtiges Rosenroth verwandelt. Das ursprüngliche bräunliche Blau des Blauholzes wird durch diese Beizen fähig gemacht, die herrlichsten Nüancen vom reinsten Blau bis zum dunkeln Violett darzustellen, und selbst das Gelbholz zeigt mannigfache Abstufungen zwischen Orange, Olivenbraun und Grüngelb. Aber nicht genug, daß diese Beizen durch ihre Natur den Ton der Farbe verändern, auch die Concentrirung der Beizen, selbst die Temperatur und die Dauer der Einwirkung der Farbebrühen nimmt daran Theil. Mit denselben Farbstoffen kann der Färber die mannigfachsten Farben in allen möglichen Schattirungen erzielen, und diese Farben haften so fest und so gleichmäßig, daß das Spülen mit Wasser sie nicht im Mindesten zu schwächen oder zu stören vermag.

Die Färberei ist dadurch allerdings eine Kunst

geworden, welche selbst Kleinigkeiten nie unbeachtet lassen darf, ohne die empfindlichste Strafe fürchten zu müssen. Jeder fremde Stoff, jede Verunreinigung beeinträchtigt die Wirkung der Farben; eisenhaltiges Wasser wird nie reine Farben gewinnen lassen, und Gerbsäure in den Färbematerialien, namentlich den Hölzern, wird nie verfehlen, ihr Braun unter die Farben zu mischen. Aber diese vielfältige Einwirkung der Stoffe auf die Farben gewährt auch dem denkenden Färber unberechenbare Vortheile. Auf ihr beruht die Anwendung seiner Schönungs- oder Avivirungsmittel gewisser Säuren und Salze, deren nachträgliche Einwirkung auf die gefärbten Zeuge oft eine wunderbare Erhöhung und Nüancirung der Farben bewirkt. Seifenwasser, Ammoniak, Salzsäure und Zinnsalz zeichnen sich ganz besonders durch diese schönende Wirkung aus.

Da durch die Beizen der färbende Stoff innerhalb der Gewebe selbst erst erzeugt wird, so ist durch sie zugleich auch ein Mittel gegeben, beliebige Farben neben einander, bunte Zeichnungen hervorzubringen. Man kann die Beize auf beliebige Stellen des Zeuges auftragen, und an allen andern wird die Farbe natürlich nicht haften, sondern beim Abschwemmen wieder entfernt werden. Man kann diese freien Stellen dann mit neuen Beizen und neuen Farben tränken nnd erhält so die bunten Muster, wie wir sie in den verschiedenen Arten der Zeugdruckerei, der Indienne, des Calicots &c. erzeugen sehen.

Im Alterthum, wo man die Eigenthümlichkeiten der Beizen noch wenig kannte, war natürlich auch eine Buntdruckerei nur in sehr beschränktem Grade möglich. Die Alten machten es zum Theil, wie es noch heute bei manchen asiatischen Völkern Gebrauch ist: sie schlangen ihre seidenen Zeuge in Knoten, in welche natürlich das Färbematerial nicht eindringen konnte, und erzielten so allerdings ein Zeug, das eine Art gelber oder weißer Blumen auf rothem Grunde zeigte. Nach dem Berichte des Plinius sollen allerdings schon die Aegypter, denen freilich auch manche Beizen, namentlich Alaun und Vitriol, nicht unbekannt waren, ein dem unsrigen ähnliches Verfahren des Druckens angewandt haben. Sie belegten das Zeug mit verschiedenen farblosen Stoffen, die bald mehr, bald weniger die Farbe annahmen und sie bald mehr, bald weniger abänderten, und erhielten dadurch unserm Calicot ähnliche Muster. Noch jetzt wendet man dieses Verfahren an, indem man durch Gummi, Stärke oder Mehl hinreichend verdickte Beizen durch eine Walze, in welche die Zeichnungen eingeschnitten sind, auf die Gewebe aufträgt und dann das ganze Gewebe in die Färbeküpe bringt. Der Farbstoff verbindet sich nur mit den Stellen des Gewebes fest, welche von der Beize getroffen wurden, und das Wasser entfernt dann die überflüssige Farbe, so daß man gefärbte Zeichnungen auf weißem Grunde erhält. Häufig druckt man sogleich die mit der Beize gemischten Farben auf die Zeuge. Aber man erzeugt

auch weiße Zeichnungen auf gefärbtem Grunde, indem man einzelne Stellen des Zeuges mit Substanzen bedeckt, welche das Eindringen der Beize und Farbe verhindern oder die Farbe lösen und zersetzen, den sogenannten Reservagen, unter denen besonders für Indigo Kupfer- und Zinksalze die gewöhnlichsten sind. Entfernt man die Reservagen, so bleiben weiße Stellen zurück, die von Neuem mit Farben bedruckt werden können. Mischt man diese Reservagen zugleich mit Beizen, wie es beim Lapisiren geschieht, und färbt zweimal aus, erst den unbedeckten Grund, dann das Muster, so erhält man sogleich farbige Zeichnungen auf farbigem Grunde. Endlich wendet man aber auch gewisse Salze an, welche die Eigenschaft haben, die bereits gebildeten Farben wieder zu zersetzen und zu entfernen. Solche Aetzbeizen, die besonders aus Chlor, Oxalsäure und Zinnsalzen bestehen, und zu denen in neuester Zeit als ganz besonders tauglich das chromsaure Kupferoxyd gekommen ist, erzeugen, wenn sie durch eine Walze aufgedruckt werden, ebenfalls weiße Zeichnungen auf farbigem Grunde, die wieder mit den verschiedensten Färbungen versehen werden können.

Die schwierigste Aufgabe des Färbers und Druckers besteht nun in der zweckmäßigen Auswahl der für jedes Gewebe und jede Farbennüance geeigneten Beizen und Farbstoffe, und diese Aufgabe wird immer verwickelter, aber freilich auch lohnender bei der täglich wachsenden Zahl der durch Wissenschaft und Erfahrung entdeckten

Beiz= und Färbemittel. Für jede Farbenreihe besitzt man bereits zahllose Materialien aus den Reichen der lebenden und todten Natur, und zahlreiche Chemikalien sind wieder im Stande, diese Farben zu ändern. Die große Bedeutung des Ammoniak's, namentlich in Verbindung mit andern Beizen, für die Erzeugung schöner und dauerhafter Farben ist erst in neuester Zeit bekannt geworden. Die Kohlenstickstoffsäure, die man jetzt nicht mehr aus dem Indigo, sondern aus dem bekannten Steinkohlentheeröl durch Einwirkung der Salpetersäure gewinnt, wird erst seit 1847 zum Gelbfärben der Seide angewandt. Die theuren Galläpfel fangen erst in diesen Tagen an, in der Schwarzfärberei ihren Ersatz durch Anwendung von salpetersaurem Eisen und essigsaurem Bei zu finden. Statt der theuren orientalischen Kreuz= oder Gelbbeeren hat man seit wenigen Jahren den Rhamninextract als vortreffliches Mittel zur Erzeugung gelber und grüner Farben bewährt gefunden. Die glänzendste Bereicherung hat aber die Färbekunst neuerdings durch das Anilin erfahren, das durch seine prachtvollen, reinen und dauerhaften Färbungen in Roth, Blau, Grün alle bisher bekannten Farbstoffe übertrifft und zum Theil bereits verdrängt hat. Auch für die Beizen treten beständig neue Ersatzmittel ein: für den Weinstein Mischungen von Kochsalz oder Glaubersalz und Salpetersäure oder Schwefelsäure, statt des Zinnsalzes das für alle möglichen Farben, besonders in der Baumwollenfärberei, geeignete Zinnoxydnatron,

das sogenannte Präparirsalz, statt des chromsauren Kalis, das gewöhnlich durch seine Chromsäure die Wolle hart macht und der Farbe Kraft und Tiefe nimmt, und statt des Kupfervitriols in der Indigfärberei das chromsaure Kupferoxyd ꝛc.

Diese mit jedem Tage wachsende Bereicherung der Färbekunst ist keineswegs ohne eine höhere Bedeutung für den gesammten Kulturzustand der Völker. Mag sie allerdings vornehmlich im Dienste der menschlichen Eitelkeit und Putzsucht stehen, diese Lust am Schmuck ist mit dem Menschen geboren, und der äußere Schmuck wirkt auf den innern Menschen zurück. Denken wir uns in eine Zeit zurück, wo nur der Reiche und Vornehme die farbigen Stoffe seiner Gewänder bezahlen konnte, wo ein rother Streifen am Mantel den Hochgeborenen schon äußerlich vom Niedriggeborenen schied, welch' ein Kontrast der geselligen Zustände damals gegen heute! Der kostbarste Farbenschmuck ist Gemeingut und ziert Arm und Reich; nicht der Purpur trennt den Fürsten mehr vom Volke, nicht der rothe Saum den Edelmann vom Bürger, sondern dort das Gesetz und der Wille der Gesammtheit, hier die Bildung und der Adel der Gesinnung, die einzigen berechtigten Scheidungsgründe im geselligen und bürgerlichen Leben.

Drittes Kapitel.

Purpur und Murexid.

Wenn man von der verschwenderischen Ueppigkeit der römischen Kaiserzeit liest, von den glänzenden Schaugeprängen und den schwelgerischen Gelagen der Großen, von dem Luxus ihrer Landhäuser und Grabpaläste, von ihrer Möbel- und Kleiderpracht; wenn man hört, daß ein Tisch von afrikanischem Cypressenholz mit 71,000 Thalern, ein Frauengewand mit 1000 Thlr. bezahlt wurde, daß bei einem Triumphzuge des Pompejus das Bild des Siegers ganz in Perlen gearbeitet erschien, daß in den Speisesälen Sopha's und Etageren mit Silber beschlagen, daß Küchengeschirre selbst von Silber gefertigt waren; so gewinnt man im Staunen über solchen Luxus dennoch oft eine ganz falsche Vorstellung. Jener Pracht fehlte eine Grundbedingung unseres heutigen Schönheitsbegriffes, der Farbenschmuck. Die Gewänder der Griechen und Römer waren von zierlichem Gewebe, von eleganter Form; aber das Scharlachgewand einer Aspasia würde heute die Frau eines Handwerkers zu tragen sich schämen, und der Purpurmantel eines Kaisers würde vor den Augen unseres schlichtesten Bürgers keine Gnade finden. Die klassischen Alten waren außerordentlich arm an Farbstoffen und verstanden noch weniger, sie zu benutzen. Die verachteten Barbaren waren ihnen darin weit über-

legen. Die Chinesen scheinen schon in den ältesten Zeiten eine ziemlich umfangreiche Farbenkenntniß besessen zu haben. Die Aegypter verstanden zu Plinius Zeit nach Art unseres heutigen Calico-Drucks die Farbentinten durch chemische Agentien zu ändern. Sie tauchten, wie Plinius erzählt, das weiße Zeug in eine einfarbige Flüssigkeit und zogen es dauernd gefärbt mit mehrfarbigem Muster heraus. Die Inder scheinen zu Alexanders Zeit bereits die Indigofärberei gekannt zu haben, während Griechen und Römer den Indigo nur als Malerfarbe gebrauchten. Die alten Britten selbst wußten ihre Felle mit Waid zu färben. Die klassischen Alten kannten nur, was man in der heutigen Färbekunst subjectivische Farben nennt. Sie machten es, wie jetzt noch manche Hausfrau, wenn sie ein Stück Zeug mit Safran tränkt, d. h. sie färbten ein Gewand roth oder blau, indem sie es in rothe oder blaue Farbe tauchten. Von den schönen adjectivischen Farben, wie man sie heute durch Verbindung zweier oft farbloser Flüssigkeiten erzeugt, von Beizmitteln, wodurch man die Farbe selbst oder doch ihre schönsten Nüancen in der Faser hervorruft und befestigt, davon wußten jene Völker selbst in ihrer Blüthezeit nichts.

Als die schönsten Farben des Alterthum galten der Scharlach und der Purpur. Jener war das Erzeugniß einer kleinen Schildlaus (Coccus ilicis), die auf den Eichen Spaniens lebt, und die man unter

dem Namen von Kermeskörnern damals und zum Theil bis auf den heutigen Tag für Beeren gehalten hat. Der Kermes ist noch jetzt in der Färberei gebräuchlich, aber freilich nur, weil man ihm durch Beizen eine wirkliche Schönheit zu geben vermag. Anders steht es mit dem Purpur der Alten.

Für Alles, was bei ihnen in besonders hoher Achtung stand, wußten jene auf realen Gebieten wenig erfinderischen Völker irgend eine Sage zu erfinden, welche seinen Ursprung irgend einem ihrer Götter oder Halbgötter zuschrieb. So nannte ihre Sage den Herkules oder noch eigentlicher den Hund des Herkules als Erfinder des tyrischen Purpurs. Dieser Hund, so erzählt sie, war einst von seinen Spaziergängen an der tyrischen Seeküste mit purpurfarbigem Maule zurückgekehrt. Der Geliebten des Herkules, der Nymphe Tyras, gefiel diese Farbe dermaßen, daß sie ihrem Helden befahl, nicht eher wieder vor ihr Angesicht zu kommen, bis er ihr ein gleichgefärbtes Gewand zu bringen im Stande sei. Herkules hatte im Dienste der Schönen ja schon so manche schwierigere Aufgabe gelöst, daß diese ihn nicht schrecken konnte. Er folgte seinem Hunde, gelangte an die Seeküste und sah ihn hier zwei Arten von Schaltthieren fressen, deren Saft ihn roth färbte. Herkules sammelte einige dieser Seethiere und gewann aus einer an ihrem Halse zwischen Kopf und Leber liegenden Tasche den später so berühmten Purpur.

Zwei Schnecken also waren es, welche den Alten den Purpursaft lieferten, nach neueren Forschungen wahrscheinlich den Gattungen der Kinkhornschnecke (Buccinum) und der Purpurschnecke (Purpura) angehörend. Wenigstens paßt die Beschreibung des Plinius am besten auf diese beiden. Die eine schildert er als ähnlich einer größeren, die häufig als Trompete gebraucht werde, von der anderen erzählt er, daß sie eine mit Stacheln besetzte, fingerlange Zunge habe, mit welcher sie die Schalen anderer Schnecken zu durchbohren vermöge. Indeß sind diese beiden keineswegs die einzigen purpurliefernden Schnecken des Meeres. In neuerer Zeit hat man namentlich noch zwei Arten der Stachelschnecke (Murex Brandaris und trunculus) als solche kennen gelernt, und auch sie dürften den Alten bereits bekannt gewesen sein. Auch war die tyrische Küste nicht ihr einziger Fundort, sondern auch an der lakonischen, phocischen und afrikanischen Küste wurden sie gesammelt.

Von der Gewinnung des Purpurs gibt Plinius einen ausführlichen Bericht. Gewöhnlich wurde jene Tasche oder Ader aus dem Thiere herausgeschnitten, welche den bald wirklich schon purpurroth, bald noch blaßgelb oder bräunlich aussehenden Saft enthielt. Nachdem man ihn einige Tage mit Salz gemischt hatte stehen lassen, wurde die ganze Masse in bleiernen Gefäßen langsam und bei mäßiger Hitze eingekocht. Nach 10 Tagen begann dann die Flüssigkeit sich zu

klären. Tauchte man dann ein Stück Zeug hinein und setzte es der Sonne aus, so durchlief seine Farbe allmälig alle Schattirungen von Gelb, Grün, Blau bis zum dunkeln Purpurroth. Natürlich tauchte man so oft ein, bis das Zeug vollständig mit Farbe gesättigt war. Je nach der Beschaffenheit der Schnecken war auch die Farbe etwas verschieden. Gewöhnlich vermischte man den Saft der Kinkhornschnecke und der Purpurschnecke, weil der erstere allein keine dauerhafte Farbe gab. Selbstverständlich hatte auch die Mode an diesen Farbennüancen einigen Antheil. In meiner Jugend, erzählt Cornelius Nepos, liebte man den veilchenfarbenen Purpur; dann zog man den rothen tarentinischen vor und später den doppelt gefärbten tyrischen. Letzterer wird als der schönste geschildert, wenn er die Farbe geronnenen Blutes hatte, von vorn gesehen schwärzlich aussah und von der Seite roth schimmerte.

Trotz jener Sage vom Hunde des Herkules dürfte der Purpur in Wirklichkeit keineswegs ein sehr hohes Alter besitzen und seine Erfindung schwerlich über das 5. Jahrhundert v. Chr. hinausgehen. Was Plinius von den mit Purpur verbrämten Kleidern des Romulus und Tullus Hostilius erzählt, dürfte nichts als eine Uebertragung der jüngeren Sitte auf die ältere Zeit sein. Anfangs war es Jedem gestattet, Gewänder von dieser Farbe zu tragen, wenn er sie nur bezahlen konnte. Denn kostbar war allerdings diese Farbe. Zu Augustus Zeit bezahlte man ein Pfund tyrischer

Wolle mit 1000 Denaren, d. h. 225 Thlrn., und das ist begreiflich, da, um 1 Pfd. Wolle zu färben, 4 Pfd. vom Safte der Kinkhornschnecke und 2 ¼ Pfd. von dem der Purpurschnecke erforderlich waren. Das Tragen von Purpurgewändern galt daher in der einfachen Römerzeit als ein bedenklicher Luxus; aber man lernte es bald, sich über solche Bedenken hinwegzusetzen. Als der Aedil Publius Lentulus Spinther zum ersten Male tyrischen Purpur trug, tadelte man ihn öffentlich; 40 Jahre später, erzählt Cornelius Nepos, hatte alle Welt bei Schmausereien mit tyrischem Purpur gefärbtes Tischzeug.

Mit der geschmacklosen Ueppigkeit der Römer stieg auch das Ansehen des Purpurs. „Die Perlen," sagt Plinius mit unverhehltem Unwillen, „sind wenigstens ein dauerhaftes und forterbendes Kleinod; aber Schnecken und Purpur, welche die Verschwendung im Preise den Perlen fast gleich gestellt hat, haben nur einen sehr vergänglichen Werth." Der Purpur gewann in der That eine gewisse sociale Bedeutung. „Das Kleid der Konsuln und freigeborener Knaben", erzählt Plinius, „wird mit Purpur verbrämt. Pupur unterscheidet den Senator vom Ritter, versöhnt die Götter, leiht den Kleidern seinen Glanz und mischt sich beim Triumphzuge unter das Gold." In der Kaiserzeit fing man bald an, Purpurgewänder als ausschließlich kaiserlich zu betrachten. Man beschränkte allmälig die Verfertigung derselben auf wenige Hände,

bis zuletzt die Mitglieder einer einzigen Familie das ausschließliche Recht einer Purpurfärberei erhielten. Endlich gerieth das ganze Verfahren in völlige Vergessenheit. Wahrscheinlich geschah dies nach dem 11. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Wenigstens finden sich die letzten Spuren davon in dem Manuscript der griechischen Prinzessin Macrembolitissa, einer Tochter Constantius VIII., welche aus eigener Anschauung eine Schilderung des die Purpurfarbe liefernden Schalthieres, der Art, die Thiere zu fangen, die Farbe auszuziehen und anzuwenden, gibt.

Das neuerstandene Rom kannte den Purpur also nicht. Erst unter der Regierung Carl's II. von England gelang es, den tyrischen Purpur auf's Neue zu entdecken. Im J. 1683 erfuhr William Cole in Bristol, daß in einem irischen Seehafen eine Frau lebe, welche sich ein ansehnliches Einkommen dadurch verschaffe, daß sie Leinenzeuge mit einer sehr zarten Purpurfarbe zeichne. Cole setzte sich in Verbindung mit dieser Frau, konnte aber natürlich nicht viel aus ihr herausbringen, da sie ja eben von ihrem Geheimniß lebte. Von dem Manuscript der griechischen Prinzessin wußte Cole auch nichts. Plinius und Aristoteles waren also seine einzigen Quellen. Da diese nun berichteten, daß der Purpur aus den Säften verschiedener Schalthiere gewonnen werde, daß die Flüssigkeit ursprünglich nicht purpurn sei, sondern sich erst färbe, wenn man das damit getränkte Gewebe dem Lichte

aussetze, da nun auch die irische Leinwandzeichnerin an der Seeküste lebte, so lag für Cole nichts näher als der Schluß, daß auch diese mit dem Safte eines Schalthieres zeichne. Cole war Naturforscher, und als solcher begann er nun seine Forschung. Welche Verheerung mag er unter den Schalthieren der irischen Küste angerichtet haben, ehe es ihm gelang, in Buccinum die Schnecke zu entdecken, welche den Purpursaft lieferte! Im Jahre 1736 entdeckte der Franzose Duhamel dann auch die Purpura.

Jetzt konnte kein Zweifel mehr über die Quelle des kostbaren tyrischen Purpurs obwalten. Die Uebereinstimmung mit den Berichten der Alten war zu klar. Man besaß also Purpurschnecken an den Küsten selbst der nordischen Meere. Warum aber benutzten denn nun die Färber nicht diese unbezahlbare Entdeckung? Warum sehen wir heute noch keine seidenen Purpurstoffe in den Schaufenstern unserer Modehändler? Die Antwort ist leicht. Die kaiserliche Farbe würde trotz ihrer kostspieligen Gewinnung häßlich erscheinen für den geläuterten Geschmack der modernen Zeit. Die Färbekunst hatte seit der Entdeckung von Amerika und dem Aufblühen der chemischen Wissenschaft bedeutende Fortschritte gemacht; sie hatte die Farbehölzer Amerika's, hatte die Cochenille kennen gelernt und wußte durch Beizen chemische Verbindungen zwischen der Gewebefaser und dem Farbstoff herzustellen, durch welche nicht bloß eine nie von den Alten erreichte Festigkeit der

Farbe, sondern auch eine Reinheit und ein Glanz der Tinten erzielt wurde, vor welchen der Purpur des Alterthums bescheiden in den Hintergrund treten mußte.

Das Bekanntwerden neuer zahlreicher Farbstoffe seit der Entdeckung Amerika's und der Auffindung des Seewegs nach Ostindien einerseits und die Einführung neuer Faserstoffe, namentlich der Baumwolle und Seide, in die Weberei, waren die wesentlichen Veranlassungen zur Entwicklung einer Färbekunst auf chemischen Grundlagen. Die chemische Befestigung des Farbstoffs auf der organischen Faser war von jetzt ab die Hauptaufgabe des Färbers. So lange sich die Färberei, wie bei Griechen und Römern, auf Wollstoffe beschränkte, genügte es, das Zeug in die Lösung eines Farbstoffes zu tauchen und es der Faser zu überlassen, durch ihre Verwandtschaft den Farbstoff auszuziehen und zu fixiren. Noch heute besitzen wir solche substantive Farbstoffe in der Curcuma, im Safflor, Indigo und den Färberflechten. Aber einerseits sind die meisten von diesen Farben wenig haltbarer Natur, matt und unscheinbar, andererseits gestatten sie weder eine Nüancirung, noch die Erzeugnng mehrerer Farben neben einander, das Färben von Mustern. Die überwiegend größere Zahl von Farbstoffen verweigert überdies geradezu die unmittelbare Verbindung mit der Faser, namentlich mit Seide, Leinen oder Baumwolle. Ich erinnere nur an die vergeblichen Versuche mancher Hausfrau, mit einer Farbenbrühe von Blauholz oder Roth-

holz zu färben. Diese Farbstoffe bedürfen der Vermittlung eines dritten Stoffes, einer Beize, welche sich durch ihre Verwandtschaft einerseits zur Faser, andererseits zum Farbstoff mit beiden zu einem unlöslichen Stoffe verbindet. Diese Beizen gehören sämmtlich dem unorganischen Reiche an und bestehen besonders in Thonerde- und Metallsalzen.

Seit der Holländer Drebbel bei der Füllung seiner Thermometer zufällig die Entdeckung machte, daß die Cochenille in Verbindung mit Zinnsalz eine der prachtvollsten rothen Farben liefert, übernahm die Cochenille für die Neuzeit die Rolle, welche der Purpur im Alterthum gespielt hatte. Ihr Vorzug besteht nicht allein in der Reinheit und Lebhaftigkeit ihrer Färbungen, sondern auch in der Mannigfaltigkeit der Nüancirungen, die sie vom lichten Rosenroth bis zum brennenden Scharlach und dunkeln Kirschroth unter dem Einfluß verschiedener Beizen gestattet. Sie besteht bekanntlich aus den getrockneten Leibern einer kleinen Schildlaus, welche auf mehreren Cactusarten Mexiko's lebt. Aber eben dieses Ursprungs wegen ist und bleibt sie ein kostbarer Handelsartikel. Mehr als 70,000 Thierchen gehen auf ein Pfund Cochenille, und wenn uns auch Amerika jährlich gegen 700,000 Pfd. dieses Farbstoffs liefert, wenn man auch in neuerer Zeit angefangen hat, die Cochenillecultur auf zahlreiche andere Länder, auf Java, Westindien, selbst nach Algier zu verpflanzen, so wird doch die Aussicht auf niedrige

Preise so lange schwach bleiben, als es nicht gelingt, den Farbstoff der Cochenille, die sogenannte Karminsäure, unmittelbar aus der Pflanze zu gewinnen, aus welcher ihn bis jetzt nur jenes Insekt zu ziehen weiß.

Die neuere Chemie hat nun ihr Augenmerk darauf gerichtet, die wegen der Seltenheit und Beschränktheit, in welcher die Natur sie uns liefert, kostbaren Stoffe des industriellen Bedürfnisses selbständig der Natur nachzuschaffen aus leicht zugänglichen, werthlosen Rohstoffen. Ihr, die in die geheimsten Bildungen der Natur eindringt und die verborgensten Winkel des Thier- und Pflanzenlebens durchstöbert, scheint keine Aufgabe mehr unlöslich bleiben zu sollen. Schon hat sie auch der Färbekunst manches reiche Geschenk geboten. Ich erinnere nur an das künstliche Ultramarin, das sie aus Porcellanerde, Glaubersalz, Schwefel und Kohle bereiten gelehrt hat, an die Pikrinsäure, diesen schönen gelben Farbstoff für Seide, den man aus dem unter dem Namen „Kreosot" in den Handel kommenden Bestandtheil des Steinkohlentheers gewinnt. In neuester Zeit hat sie nun auch einen Stoff gefunden, — und zwar, wo ihn Niemand vermuthen sollte, in verachteten Excrementen — der wohl geeignet ist, nicht allein den Purpur der Alten, sondern auch unsere Cochenille in den Hintergrund zu drängen.

Im J. 1818 fand der Chemiker Proust, daß, wenn man Harnsäure in Salpetersäure auflöst und diese

Lösung bei gelinder Wärme bis zum Trocknen verdampft, man einen rothen Rückstand erhält, welcher mit Ammoniak eine prachtvolle purpurrothe Flüssigkeit liefert. Beim Erkalten scheiden sich aus dieser Flüssigkeit metallisch grün glänzende Krystalle ab, die sich zu einem braunrothen Pulver zerreiben lassen, das in Alkohol gar nicht, in Wasser sehr schwer löslich ist. Proust bezeichnete diesen neuen Stoff als purpursaures Ammoniak, weil er es für das Salz einer unbekannten Säure hielt; Andere haben ihn Purpurcarmin, Liebig und Wöhler endlich nach dem Namen der purpurliefernden Schnecke (Murex) Murexid genannt. Obgleich nun dieser Stoff von vornherein alle Eigenschaften eines der schönsten Farbstoffe zu besitzen scheint, so fragt sich doch noch, ob und wie er in der gewerblichen Praxis anzuwenden, und namentlich ob er auch im Großen vortheilhaft darzustellen ist.

Das erste Erforderniß eines praktisch verwendbaren Farbstoffs ist, daß er Verbindungen mit Metalloxyden eingeht, damit er auf der Faser fixirt werden kann. Ueber diese Seite des Murexids kann uns nur seine chemische Natur Auskunft geben. Was ist denn nun das Murexid? Nach der Ansicht der heutigen Chemiker gehört es zu der Klasse der sogenannten Amide, die den Alkaloïden am nächsten stehen und aus Verbindungen des Ammoniaks unter Ausscheidung von Wasser hervorgehen. Sie besitzen allerdings die Eigenschaft, mit Säuren und Metalloxyden salzähn-

liche Verbindungen einzugehen, freilich auch von starken Säuren und Alkalien zersetzt zu werden. Die erstere Eigenschaft war schon Proust nicht entgangen, der sowohl die prächtigen rosenrothen und purpurrothen Niederschläge bei Behandlung des Murexids mit salpetersaurem Bleioxyd, Quecksilberchlorür und Chlorcalium, als den schönen goldgelben bei seiner Einwirkung auf essigsaures Zinkoxyd kannte. Hätte er also nur das Murexid im Großen darstellen können, so wäre schon damals die Industrie um einen der schönsten Artikel bereichert worden.

Wie steht es nun mit dem Ursprung des Murexids? Es wird bekanntlich aus der Harnsäure dargestellt, aber diese ist keineswegs ein so verächtlicher und billig zu beziehender Bestandtheil der thierischen Excremente, als es scheinen könnte. Vor 40 Jahren kostete noch das Pfund Harnsäure 20 bis 25 Thlr., und wenn auch heute der Preis auf 1 ⅓ Thlr. gesunken ist, so würden doch weder die Menagerien genug an Schlangen- und Raubvögelexcrementen, die allein reich daran sind, noch die Anatomen genug Blasensteine und Gichtknoten, die ganz daraus bestehen, liefern können, um eine großartige Industrie darauf gründen zu können. In den letzteren Jahren ist nun in Frankreich ein Verfahren patentirt worden, welches das Murexid oder zunächst die Harnsäure aus dem Guano darstellt.

Dieser in der Neuzeit für die Landwirthschaft so einflußreich gewordene Stoff wird nämlich mit ver-

dünnter Salzsäure in der Wärme behandelt. Dadurch werden die Kalksalze und alle in Wasser und Säuren löslichen Substanzen entfernt, und der Rückstand besteht nur noch aus der unlöslichen Harnsäure, Sand und ziemlich bedeutenden Mengen von Unreinigkeiten, die sich aber durch gutes Auswaschen beseitigen lassen. Jetzt beginnt die Behandlung der gewonnenen Harnsäure mit concentrirter Salpetersäure (von 1,41—1,45 spec. Gew.), die aber nur sehr allmälig und bei einer niederen Temperatur geschehen darf. Nach einigen Tagen bildet sich eine dicke, teigige Substanz, die man mit warmem Wasser verdünnt und filtrirt. Die so gewonnene Flüssigkeit, die bereits ein Gemisch von zwei Zersetzungsprodukten der Harnsäure, Alloxan und Alloxantin, ist, wird nun weiter außerordentlich vorsichtig, stets in kleinen Portionen, und so, daß nie der Siedepunkt erreicht wird, abgedampft und liefert nun endlich eine teigige oder feste Substanz von bräunlich-rother oder violetter, bisweilen grünlich schimmernder Farbe, die als Murexid in den Handel kommt. Dieser Theil des Processes hat außerordentliche Schwierigkeiten, da man dabei sehr leicht Gefahr läuft, die Zersetzung des gebildeten Murexids weiter fortschreiten zu sehen. Eine Temperatur von 70° C. scheint eine ziemlich scharfe Grenze für die Bildung und das Bestehen des Murexids zu bilden. Ueberdies erhält man bei Anwendung zu concentrirter Salpetersäure stets einen nachher gefährlich werdenden Gehalt an freier

Säure, während wieder verdünnte Säure zwar auch die Bildung von Murexid bewirkt, aber auf Kosten des vorhandenen Alloxans und Alloxantins, welche das nöthige Ammoniak hergeben müssen.

Um das Murexid auf Geweben aller Art zu befestigen, wendet man jene schon erwähnten Metallsalze, Zinn-, Quecksilber- oder Bleisalze für Roth, Zinksalze für Gelb und Orange an, um so in den Fasern unlösliche Murexidverbindungen zu erzeugen. Man grundirt entweder zuerst die Zeuge mit jenen Salzen und färbt dann mit Murexid, oder man druckt das Murexid zuerst auf und fixirt es durch ein Bad jener Salze. Für Seide ist die Anwendung einer Mischung von Quecksilbersublimat mit Murexid vorgeschlagen worden. Um Wolle zu färben, hat man einen Zusatz von essigsaurem Natron oder Oxalsäure zum Sublimat empfohlen. Für Baumwolle scheinen die essigsauren Quecksilber-, Blei- oder Zinksalze die geeignetsten zu sein. Von Einigen ist es auch für zweckmäßig erachtet worden, statt des Murexids die farblosen Zersetzungsprodukte der Harnsäure, also die unmittelbare Auflösung der Harnsäure in Salpetersäure zum Färben der Zeuge anzuwenden, die Farbe dann durch einen heißen Luftstrom hervorzurufen und endlich durch Beizen zu fixiren. Dies wird besonders beim Druck buntfarbiger Muster empfohlen, da man jene farblosen Oxydationsprodukte leicht durch Bei-

zen wegätzen und je nach der Art der Beizen neue Farben an ihrer Stelle erzeugen kann.

An Schönheit aber übertrifft dieses Murexid alle Farbstoffe der Welt, und wenn die Alten sich ihres Purpurs rühmten, so kann die Neuzeit stolz darauf sein, einen prächtigeren Purpur aus den Excrementen peruanischer Seevögel gezaubert zu haben. Aber leider ist auch dieser von Mängeln nicht frei. Seine Färbungen gehören keineswegs zu den ganz ächten; Säuren, Alkalien, selbst Wein, Schweiß, Kaffee zerstören oder beeinträchtigen sie. Dennoch sind es nicht eigentlich diese Mängel gewesen, welche das Murexid nur eine sehr vorübergehende Rolle in der Färbekunst haben spielen lassen. Verdrängt worden ist es durch einen mächtigeren Nebenbuhler von gleich niederer Herkunft, aber von einer Reinheit der Farben, von einer Mannigfaltigkeit der Nuancen und zugleich von einer Aechtheit und Unvergänglichkeit, wie sie vor ihm kein Farbstoff der Welt gezeigt hat. Dieses glänzende Erzeugniß der Neuzeit ist das Anilin.

Viertes Kapitel.

Benzol und Anilin.

Der Segen, welchen die Chemie unsrer Tage über das gewerbliche Leben der Völker verbreitet hat, ist nicht immer unmittelbar aus ihren glänzenden Schöpfungen selbst hervorgegangen, sondern viel häufiger noch grade aus den verachtetsten, selbst lästigen und störenden Nebenerzeugnissen. So hat namentlich die Gasbereitung zu einer ganzen Reihe völlig neuer chemischer Verbindungen geführt, die nach und nach sämmtlich zur Nutzanwendung gelangt sind und zur Hebung des nationalen Wohlstandes beigetragen haben. Diese interessanten chemischen Verbindungen liegen in dem seines durchdringenden Geruches wegen allgemein verachteten schwarzen Schlamme der Gasanstalten versteckt, den wir einfach mit dem Gesammtnamen Theer belegen. Einer dieser Stoffe, der zwar bereits im J. 1825 durch Faraday bekannt geworden war, aber sich lange Zeit hindurch nur ein wissenschaftliches Interesse behaupten konnte, hat neuerdings durch seine prachtvoll gefärbten Abkömmlinge die allgemeine Aufmerksamkeit erregt und sogar eine Reihe ganz neuer Fabrikzweige in's Leben gerufen. Dieser wichtige Stoff ist das Benzol.

Jenes schmutzige Erzeugniß der Steinkohlendestillation, das wir Theer nennen, ist ein Gemenge sehr

verschiedener Körper, welche sämmtlich, wenn auch in sehr verschiedenen Verhältnissen, Kohlenwasserstoff zur Grundlage haben. Wenn nämlich Steinkohlen unter Abschluß der Luft erhitzt werden, wie es in den Gasretorten geschieht, so verwandelt sich die sehr kohlenstoffreiche Steinkohle in eine Menge von Kohlenwasserstoffarten, theils gasförmiger, theils flüssiger, theils fester Natur. Da aber der Wasserstoff im isolirten Zustande ein permanentes Gas ist, so liegt es nahe, daß die Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff um so flüchtiger sein müssen, je mehr Wasserstoff, je weniger Kohlenstoff sie enthalten.

Werden daher Steinkohlen sehr rasch und energisch erhitzt, so bleibt dem Wasserstoff gleichsam nicht Zeit genug, sich mit dem trägeren Kohlenstoff zu verbinden, und in seiner Hast, zu entweichen, reißt er nur geringe Mengen von Kohlenstoff mit sich fort, um als kohlenstoffarmes, sogenanntes Sumpfgas oder Grubengas auszutreten. Steigert man aber ganz allmälig diese Erhitzung der Steinkohlen, so werden neben dem kohlenstoffreicheren Leuchtgas auch die andern weniger flüchtigen Kohlenwasserstoffarten gewonnen. Die verschiedene Flüchtigkeit oder der verschiedene Siedepunkt aller dieser Körper gibt daher auch das einfachste Mittel ab, sie zu trennen. Man hat nur den Theer, das Gemenge dieser verschiedenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, einer wiederholten, sogenannten fractionirten Destillation zu unterwerfen.

Unter Zurücklassung einer schwarzen, kohlenstoffreichen, festen Masse, die man Asphalt nennt, geht aus der Destillation des Theers zunächst ein flüssiger Körper, das rohe Theeröl hervor, welches noch alle die verschiedenen Kohlenwasserstoffe in sich umschließt. Aber es sind nicht lediglich Kohlenwasserstoffe; sie sind vielmehr zum Theil an Sauerstoff, zum Theil sogar an Stickstoff gebunden. Um eine leichtere Uebersicht über diese zum Theil außerordentlich complicirt sich darstellenden Verbindungen zu gewinnen, hat man seine Zuflucht zur Annahme sogenannter Radicale genommen, d. h. gewisser kohlenstoffhaltiger Verbindungen, welche gleichsam die Grundlage der zusammengesetzteren Verbindungen bilden, also eine ähnliche Bedeutung erhalten, wie die Elemente in den anorganischen Verbindungen. Eins dieser Radicale, das aus 12 Atomen Kohlenstoff und 5 Atomen Wasserstoff besteht, und das man Phenyl genannt hat, findet sich auch in mannigfachen Verbindungen unter den Produkten der Theerdestillation.

Wenn man Theeröl bei einer Hitze von 150° bis 200° destillirt, so geht in überwiegender Menge eine Flüssigkeit über, welche den Charakter einer schwachen Säure hat und daher auch an Basen gebunden und durch Zersetzung einer solchen Verbindung mit Hülfe einer kräftigeren Säure wieder befreit, also rein für sich dargestellt werden kann. Diese Flüssigkeit ist eine Verbindung des Phenyls mit einem Atom Wasserstoff

und 2 Atomen Sauerstoff, und wird, je nachdem man sich die Art der Verbindung vorstellt, vom Chemiker Phenyloxydhydrat oder Phenylsäure genannt. Sie ist nichts Andres, als was im rohen Zustande unter dem Namen Kreosot in den Handel gebracht wird. Sie ist auch derselbe Stoff, welchen der Chemiker Runge im J. 1834 bereits entdeckte und Carbolsäure nannte. Jeder kennt ja diesen Körper von dem durchdringenden Geruch, durch welchen er den Theer so unerträglich macht. Jeder kennt wohl aber auch die schätzbaren Eigenschaften, die ihn, selbst ehe er noch entdeckt war, im Rauche so unentbehrlich machten. Er ist der entschiedenste Feind der Fäulniß und Verwesung und bewahrt uns eine Menge von Dingen vor der Zerstörung. Er ist es auch, dem der Steinkohlentheer seine antiseptischen Wirkungen verdankt.

Durch Einwirkung von Chlor, Brom, Salpetersäure geht aus der Phenylsäure wieder eine ganze Reihe neuer Verbindungen hervor, unter denen eine der merkwürdigsten die durch die Einwirkung der Salpetersäure gewonnene ist. Der Chemiker bezeichnet sie als Trinitrophenylsäure; in der Industrie aber ist sie unter dem Namen der Pikrinsäure oder Pikrinsalpetersäure als ein zarter gelber Farbstoff bekannt geworden, der namentlich in der Seidenfärberei eine wichtige Verwendung findet.

Wenn man die Destillation des rohen Theeröls bei einer niederen Temperatur von 80° bis 85° vor-

nimmt, so geht eine Flüssigkeit über, die sich durch ihre größere Flüchtigkeit von der Phenylsäure unterscheidet, und die sich bei genauerer Prüfung als eine Verbindung des Phenyls mit Wasserstoff erweist. Der Chemiker nennt sie daher Phenylwasserstoff; viel bekannter aber ist sie unter dem Namen geworden, den sie ihrer Darstellung aus der Benzoësäure verdankt, unter dem Namen Benzol oder Benzin. Es ist eine farblose, eigenthümlich riechende Flüssigkeit, die sich durch die Eigenschaft auszeichnet, Fette und Harze aller Art, selbst Kautschouck vollständig aufzulösen. Schon um dieser Eigenschaft willen würde es sich zu einer Darstellung im Großen empfehlen, da es ein vortreffliches Mittel darbietet, Fett- oder Harzflecken aller Art aus werthvollen seidenen und andern Stoffen spurlos zu entfernen, ohne, wie andere chemische Mittel, Farbe und Glanz des Stoffes zu gefährden. In der That ist es schon seit längerer Zeit zu sehr mäßigen Preisen dem Publicum zugänglich und eins seiner beliebtesten Fleckwasser geworden, wenn auch oft unter abenteuerlichen Namen versteckt. Sein widriger Geruch steht ihm bei dieser Anwendung durchaus nicht entgegen, da es sehr rasch und spurlos verdunstet, ohne lästige Flecken zu hinterlassen, wie sie unreines Terpentinöl leicht verursacht.

Dieses Benzol besitzt aber noch andre weit wesentlichere und werthvollere Eigenschaften, durch welche es ganz neue Industriezweige in's Leben gerufen hat.

Das Wasserstoffatom nämlich, durch dessen Aufnahme das Phenyl in Phenylwasserstoff oder Benzol verwandelt wurde, kann sehr leicht durch andere Körper ersetzt werden. Daraus geht eine neue Reihe von Verbindungen hervor, unter denen es einer vornehmlich in neuerer Zeit gelungen ist, sich das Bürgerrecht in der industriellen Welt zu erwerben. Wenn man zu starker rauchender Salpetersäure nach und nach und so lange Benzol zusetzt, als sich noch etwas darin auflöst, so wird jenes Wasserstoffatom des Benzols durch ein Sauerstoffatom der Salpetersäure zu Wasser oxydirt, und die übrig bleibende Untersalpetersäure tritt nun mit dem Phenyl selbst in Verbindung, indem sie gleichsam den Platz des Wasserstoffatoms einnimmt. Diese neue Verbindung ist das Nitrobenzol, noch bekannter unter dem Namen des künstlichen Bittermandelöls. Es ist eine gelblich gefärbte Flüssigkeit, die sich durch ihren bittermandelähnlichen Geruch auszeichnet und eben dieses Geruches wegen als Vertreter des theuren Bittermandelöls in die Parfürmerie eingeführt worden ist. Es braucht nicht erst gesagt zu werden, daß seine chemische Zusammensetzung wesentlich von der des ächten ätherischen Bittermandelöles abweicht.

Aus diesem Nitrobenzol läßt sich aber wiederum ein andrer Körper ableiten, dem an Wichtigkeit kein andrer Abkömmling des schmutzigen Steinkohlentheers gleichkommt. Wenn man nämlich das Nitrobenzol mit

einem Gemenge von Eisenfeile und Essigsäure oder mit essigsaurem Eisenoxyd behandelt, so treten 4 Sauerstoffatome der Verbindung aus und werden durch 2 Wasserstoffatome ersetzt, und es entsteht ein neuer stickstoffhaltiger Körper, der den Charakter einer organischen Base hat und auf Grund der neueren Typentheorie Phenylamin genannt wird, zugleich aber auch, weil er zuerst aus den Destillationsprodukten des Indigo gewonnen wurde, von einer der Indigopflanzen, Indigofera Anil, den weltbekannten Namen Anilin erhalten hat.

Das Anilin ist schon vor längerer Zeit von mehreren Chemikern entdeckt worden, ohne daß man freilich seine künftige Bedeutung ahnte. Schon Reichenbach hatte aus dem Steinkohlentheer einen eigenthümlichen prächtig blauen Farbstoff dargestellt, den er Pittokall nannte. Er besaß eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Indigo und erhielt, wie dieses, durch den Strich einen herrlichen Metallglanz, der vom Kupferfarbigen bis zum reinen Messinggelb ging und gewöhnlich als reines Goldgelb auftrat. Die Darstellung dieses Stoffes war aber leider eine so umständliche und verwickelte, daß sie von anderen Chemikern nicht weiter versucht wurde. Das Anilin selbst wurde zuerst von Unverdorben aus den Zersetzungsproducten des Indigo's im J. 1826 gewonnen und von seiner Eigenschaft, mit Säuren leicht krystallisirende Salze zu bilden, Krystallin genannt. Es war derselbe Körper, wie der be-

rühmte Chemiker Hoffmann in London später nachwies, den auch Fritsche durch Behandlung des Indigo mit Kalilauge erhalten hatte, und den Runge zuerst aus dem Steinkohlentheer darstellte und wegen seiner merkwürdigen Eigenschaft, durch das allen organischen Farbstoffen sonst so feindliche Chlor eine prächtige blaue Färbung zu erhalten, Kyanol genannt hatte.

Zunächst vermochte das Anilin sich nur eine wissenschaftliche Bedeutung zu erringen, und zwar eine außerordentlich hohe durch die Aufschlüsse, welche seine Untersuchung über die Constitution der organischen Basen lieferte. Seine künftige technische Bedeutung begann man erst seit dem J. 1854 zu ahnen, als der englische Chemiker Calvert auf den Umstand hinwies, daß das Anilin sowohl aus dem Indigo, als aus dem Steinkohlentheer erzeugt werden könne, und daß daraus, wie aus der Aehnlichkeit gewisser Produkte der Theerdestillation mit denen der Indigozersetzung wohl die Hoffnung geschöpft werden könne, daß man einmal zu einem wohlfeilen Surrogat für Krapp und Indigo gelangen könne. In England scheinen diese Worte nicht auf unfruchtbaren Boden gefallen zu sein, da im Herbst 1857 schon Hoffmann dem Chemiker Bolley in Zürich die Mittheilung machte, daß in England Anilin zur Darstellung eines blauen Farbstoffs bereits im Großen fabricirt werde. Bolley wurde dadurch zu einer Reihe von Versuchen angeregt, und es gelang

ihm in der That durch Anwendung von Chlorwasser, jene prachtvollen blauen Färbungen herzustellen, die bald die allgemeine Aufmerksamkeit erregten.

Das Anilin selbst ist eine farblose, ölartige Flüssigkeit, welche das Licht stark bricht und einen starken aromatischen, aber nicht angenehmen Geruch besitzt. Es ist etwas schwerer als Wasser, im Wasser nur wenig löslich, mit Alkohol, Aether, Fetten und ätherischen Oelen aber in jedem Verhältniß mischbar. Unter dem Einfluß der Luft nimmt es sehr bald eine gelbliche Färbung an, die selbst in Braun übergeht, indem sich zugleich ein harzartiger Körper bildet. In seiner Zusammensetzung, wie in seinem chemischen Verhalten gleicht das Anilin außerordentlich dem Ammoniak, zersetzt, wie dieses, die Salze des Eisenoxydduls, des Eisenoxyds, Zinkoxyds und der Thonerde, und bildet mit deren Säuren leicht krystallisirende Salze. Es gehört also zu den organischen Basen. Seine industrielle Bedeutung verdankt es der Eigenschaft, bei Behandlung mit Chlorwasser, Chlorkalk, namentlich unterchlorigsauren Salzen, mit Chromsäure und Uebermangansäure, wie auch mit verschiedenen Metallsalzen prachtvolle Farbstoffe zu liefern.

Unter diesen Farbstoffen ist derjenige, der den ersten Anstoß zur Verwendung des Anilins in der Färberei gegeben hat, der Anilinpurpur, auch Anilinviolett, Violettliquor, Indisin &c. genannt. Er wurde

im J. 1856 von dem Chemiker Parkin zufällig bei Versuchen, welche dieser anstellte, um künstliches Chinin zu erzeugen, entdeckt. Seine Darstellung geschieht am einfachsten durch Vermischung von schwefelsaurem Anilin mit saurem chromsaurem Kali, aus deren gegenseitiger Einwirkung ein schwarzer Niederschlag entsteht, der, sorgfältig ausgewaschen und getrocknet, dann wiederholt mit Alkohol ausgekocht und einer Destillation unterworfen, den Farbstoff in Gestalt einer festen, schön broncefarbigen Masse liefert, die in dünnen Schichten im durchfallenden Lichte blauviolett erscheint. In kaltem Wasser ist dieser Anilinpurpur schwer löslich, obgleich er demselben eine tief purpurrothe Färbung ertheilt. In heißem Wasser ist er reichlicher löslich, noch mehr aber in Alkohol und Holzgeist. In concentrirter Schwefelsäure löst sich der Anilinpurpur mit schmutziggrüner Farbe auf, die bei schwacher Verdünnung in ein schönes Blau übergeht, bei starker Verdünnung in die ursprüngliche Purpurfarbe zurück verwandelt wird. Salzsäure so wenig als rauchende Schwefelsäure zerstören den Farbstoff; man kann ihn eine Stunde lang mit Nordhäuser Schwefelsäure zusammen kochen, ohne daß er eine Veränderung erleidet. Nur Chlor und rauchende Salpetersäure wirken zersetzend auf den Anilinpurpur. Auch sogenannte Reductionsmittel, d. h. Körper, die eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen, wie Schwefelammonium und Eisenoxydul, zerstören die Farbe desselben, aber nicht auf die Dauer;

die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs stellt sie sehr bald wieder her.

Durch Einwirkung feuchten Bleisuperoxydes wird der Anilinpurpur in einen andern Farbstoff verwandelt, der sich durch seine außerordentliche Färbekraft auszeichnet, das sogenannte Rosein. Am einfachsten gewinnt man es durch Zusammenkochen von schwefelsaurem Anilin mit Bleisuperoxyd und nachheriges Fällen der filtrirten Lösung durch ein Alkali. Es bildet eine dunkelfarbige, schwach metallisch glänzende Masse, die sich ziemlich leicht in Wasser wie in Alkohol mit prachtvoll karminrother Farbe auflöst. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich mit grüner Farbe, die beim Verdünnen mit Wasser in Roth übergeht.

Ein andrer Farbstoff, der gleichfalls durch Einwirkung des Bleisuperoxyds auf den Anilinpurpur gewonnen wird, ist das Violin, eine brüchige, broncefarbige Masse mit kupferfarbigem Scheine, die wenig löslich in Wasser, aber leicht löslich in Alkohol ist, und deren Lösungen eine schöne Veilchenfarbe besitzen. Wie die beiden andern Farbstoffe, ist es in Aether und flüssigen Kohlenwasserstoffen völlig unlöslich. Von Reductionsmitteln wird es ebenso vorübergehend zerstört, durch den Sauerstoff der Luft aber wiederhergestellt.

Ein ganz eigenthümlicher, durch Einwirkung von wasserfreiem Zinnchlorid oder von salpetersaurem Quecksilberoxydul gewonnener Farbstoff ist der von seiner der

Fuchsia ähnlichen Farbe Fuchsin genannte. Es ist eine klebrige, mit der Zeit fast vollkommen fest werdende Masse von herrlich goldgrünem Metallglanz, die sich mit lebhaft rother Farbe in Alkohol wie in siedendem Wasser auflöst. Es zeigt entschieden den Charakter einer Base und verbindet sich daher leicht mit Säuren zu Salzen, aus deren Lösungen Alkalien wieder den Farbstoff niederschlagen.

Unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie das Fuchsin entsteht auch ein prachtvoller blauer Farbstoff, den man Pariser Blau oder Bleu de Paris genannt hat. Er bildet gleichfalls sehr leicht Salze und wird gleichfalls aus deren wässrigen Lösungen durch Alkalien wieder niedergeschlagen. Er zeigt sich gegen Säuren überdies völlig unveränderlich und wird durch Alkalien nur dunkler gemacht.

Endlich hat man durch Einwirkung von chlorsaurem Kali oder Eisenchlorid auf eine salzsaure Lösung von Anilin auch einen grünen Farbstoff dargestellt, das sogenannte Anilingrün oder Emeraldin. Es hat eine ziemlich matte olivengrüne Farbe, die durch Säuren allerdings feuriger wird, aber nach Entfernung derselben leider den ursprünglichen matten Ton wieder annimmt.

Diese Farbstoffe sind keineswegs die einzigen, welche aus den Destillationsprodukten des häßlichen Steinkohlentheers hervorgegangen sind. Aber die mei-

sten andern sind entweder bereits durch die schöneren Anilinfarben verdrängt worden, wie die Rosalsäure, oder haben sich mancher Mängel wegen noch nicht das Bürgerrecht in der Färberei erringen können, wie die Chinolinfarben. Letztere, die man gleichfalls aus den basischen Oelen des Theers gewinnt, geben zwar blaue, grüne und violette Färbungen von vorzüglicher Schönheit, die aber leider sehr vergänglicher Natur sind und namentlich das Sonnenlicht nicht vertragen können. Nur ein Farbestoff noch hat sich bewährt und genießt sogar eines hohen Rufes; das ist das sogenannte Azulin, eine prachtvolle blaue Farbe, die von Lyon aus in den Handel kommt, deren Bereitungsweise aber noch geheim gehalten wird.

Das Aufsehen, welches die Anilinfarben erregt haben, ist keineswegs ein unbegründetes. Der unendlichen Zahl von feurigen und prächtigen Abstufungen in Rosa, Carmoisin und Violett, in Grün, Blau, Roth, Lila, Lichtbraun gegenüber halten die schönsten und zartesten Farben, welche die Färberei bisher aufzuweisen hatte, keinen Vergleich aus. Kein rother Farbstoff ist in Bezug auf Lebhaftigkeit, Tiefe und Reinheit der Farbe dem Fuchsin gleichzustellen. Sonst lieferte der Saflor ein Rosenroth, das allgemein bewundert und gefeiert wurde. Es übertraf bei weitem an Lebhaftigkeit das Cochenilleroth, das bisher eine so glänzende Rolle gespielt hatte. Aber der Saflor wurde durch das Murexid überwunden, und jetzt hat

dieses wieder dem Fuchsin weichen müssen, hinter dem es ebensoweit zurücksteht, wie einst das Cochenilleroth hinter dem Saflor. Jetzt wird keine Dame es mehr wagen, sich im saflorrosenrothen Kleide neben einer andern sehen zu lassen, die ein fuchsin-rosenrothes trägt. Noch mehr aber als ihre Schönheit und Lebhaftigkeit fällt die Beständigkeit der Anilinfarben gegen das Licht und selbst gegen Säuren und Alkalien ins Gewicht. Allerdings zeigen mit Fuchsin gefärbte Baumwollenzeuge gegen die Alkalien der Seife einige Empfindlichkeit. Sie können daher beim Waschen leiden, aber immer nur vorübergehend; durch Auswaschen mit reinem oder etwas angesäuertem Wasser kann man die Farbe in ihrer vollen Schönheit wieder hervorrufen.

Der Werth der Anilinfarben wird endlich noch dadurch erhöht, daß sie bei der thierischen Faser, also Wolle und Seide, jede Beize entbehrlich machen. Pflanzliche Faser, wie Baumwolle und Leinen, erfordert allerdings eine Befestigung der Farbe durch Beizen oder durch Eiweiß. Ueberdies hat die Darstellung dieser Farbstoffe nicht die geringste Schwierigkeit, und bei dem Aufschwunge unsrer Leuchtgasfabrication, bei der immer steigenden Bedeutung der Braunkohlendestillation zur Darstellung von Leuchtmaterialien ist nicht anzunehmen, daß es je an dem dazu erforderlichen, an sich fast werthlosen Materiale fehlen werde.

Wenige Jahre sind erst seit dem ersten Bekanntwerden der Anilinfarben verflossen, und schon hat ihre

Verwendung eine solche Ausdehnung erlangt, daß eine ähnliche Thatsache in der Geschichte der Färberei und Druckerei kaum aufzufinden ist. Die deutsche Wissenschaft hat hier einen seltenen Triumph gefeiert, wenn sie auch nichtdeutschen Gelehrten es meist überlassen mußte, die deutsche Entdeckung in die Praxis überzuführen. Die heutige Chemie hat aus sonst werthlosen, sogar verachteten Stoffen uns färbende Körper bereiten gelehrt, welche bisher in weit geringerer Schönheit mit schweren Kosten aus den fernsten Ländern herbeigeholt werden mußten. Wer hätte es je geglaubt, daß dieser häßliche Theer, dessen Berührung Jeder auf das Peinlichste scheute, in seinen Producten einmal farbenschimmernd unsre Damenwelt schmücken würde, derselbe schwarze Theer, dessen andre Producte jetzt in unsern Salons das glänzendste Licht ausstrahlen! Das sind Verwandlungen, die den Wundern des Alterthums gleichen, Verwandlungen, die doch durch nichts Andres hervorgerufen werden, als durch die Zauberkraft wissenschaftlicher Forschung.

Fünftes Kapitel.

Die Chemie des Weines.

1. Die chemischen Bestandtheile des Rebensaftes.

Eines der herrlichsten Geschenke des Himmels — wer wollte es bezweifeln! — ist der Wein, der goldne Rebensaft, der, wie der Dichter singt, des Menschen Herz erfreut. Aber nicht bloß ein Geschenk des Himmels, nicht bloß ein Erzeugniß der Natur, auch ein Erzeugniß der Kunst ist er, einer der ältesten Künste sogar, von welcher die Geschichte zu erzählen weiß. Lange ehe es Chemiker gab, trank man in Babylonien den Palmwein, priesen Dichter Griechenlands den Saft der Rebe, berauschte der Tartar sich am Kumiß, pries Ossian die Herrlichkeit des Meth. Die Natur liefert nur den gährungsfähigen Stoff, die Kunst verwandelt ihn auf verschlungenen Wegen in das lieblichste aller Getränke. Gewiß muß es ein hohes Interesse gewähren, die Processe kennen zu lernen, durch welche diese wunderbare Verwandlung herbeigeführt wird.

Erst muß die Natur also ihre Processe vollendet haben, erst muß der Saft der reifen Trauben der Kelter entfließen, ehe die Kunst — und diese Kunst ist keine andre als die Chemie — ihre Thätigkeit beginnen

kann. Eben darum aber vermag man auch die Vorgänge der Weinbereitung nicht zu verstehen, ohne zuvor eine genaue Kenntniß dessen erlangt zu haben, was die Natur bereits fertig überliefert hat.

Die chemischen Bestandtheile des trüben Rebensaftes, wie ihn die Natur fertig liefert, lassen sich nicht in einer allgemeine Tabelle zusammenstellen, weder in Hinsicht ihres chemischen Charakters, noch ihrer Mengenverhältnisse. Kein Produkt des Pflanzenlebens ist so empfänglich für die Einwirkungen der Außenwelt, keines so zartfühlend, möchte ich fast sagen, darum aber auch keines so veränderlich, so mannigfaltig, keines endlich so fähig und so dankbar empfänglich für eine veredelnde menschliche Kultur, als die Traube. Vor einigen Jahren sah ich in einer Ausstellung in Wien gegen 400 Varietäten der ungarischen Traube, und aus Frankreich allein wurden zu Chaptal's Zeit 1400 Varietäten des Weinstocks in die Gärten des Luxembourg verpflanzt. Eine solche Verschiedenartigkeit kann nur das Werk von tausend kleinen, oft kaum erkennbaren Natureinflüssen sein. Die chemische Beschaffenheit des Bodens, seine Lockerheit oder Festigkeit, sein Verhalten gegen die Niederschläge der Atmosphäre, die Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft, der Wechsel der Temperatur, die Richtung der Sonnenstrahlen und selbst die Intensität des Sonnenlichtes, alles das prägt sich unverkennbar für Geschmack und Geruch in der reifen Traube aus.

Man hat bisweilen einen entschiedenen Einfluß der chemischen Bodenbeschaffenheit auf die Qualität des Weines in Zweifel gestellt. Man hat darauf hingewiesen, daß Weine von vortrefflicher Güte, wenn auch von etwas verschiedenem Geruche, auf sehr verschiedenem Boden erzeugt werden, daß die besten Weine Burgunds und der Champagne von einem lehmigen Kalkboden, der Hermitage von einem Granitboden, der Graves und Medoc von einem Sandboden, die besten Rheinweine endlich von einem verwitterten Schieferboden kommen. Vergessen hat man dabei aber, daß einerseits in scheinbar sehr verschiedenen Bodenarten doch die gleichen Hauptbestandtheile vorkommen können, und daß man andererseits durch anorganische Düngungsmittel wesentlich die Zusammensetzung des Bodens verändert und das Fehlende ersetzt. Um aber die Bedeutung des Bodens in ihr volles Licht zu setzen, darf ich nur auf die Rolle hindeuten, welche einzelne anorganische Bestandtheile des Weinstocks, welche er offenbar nur aus dem Boden beziehen kann, spielen. Einer der wichtigsten in allen Weinen vorkommenden Bestandtheile ist das als Cremor tartari oder Weinstein bekannte Salz, das aus Weinsteinsäure und Kali besteht. Das Kali dieses Salzes behauptet in allen Theilen des Weinstocks, in Blättern und Früchten, im Stamm, in den Ranken, ein entschiedenes Uebergewicht über alle unorganischen Stoffe. Dieses Kali aber konnte nur ein kalireicher Boden liefern, und ohne

dieses Kali wäre somit auch jede gedeihliche Entwicklung des Weinstocks unmöglich gewesen. Ein anderer wesentlicher Bestandtheil des Weines ist die Phosphorsäure. Ist der Traubensaft besonders reich an dieser Säure, so bemächtigt sich diese vermöge ihrer chemischen Verwandtschaftskraft während der Gährung des ganzen in dem Safte vorhandenen Vorrathes von Kalk und Magnesia. Dadurch wird der Kalk außer Stand gesetzt, die gleichfalls nie im Traubensafte fehlende Schwefelsänre an sich zu ziehen und unwirksam zu machen. Die Schwefelsäure, als die schwächere Säure, muß sich nun einen anderen Genossen suchen und findet ihn in dem Kali des Weinsteins. Sie zersetzt diesen Weinstein, befreit seine Säure, und ein Ueberschuß von freier Weinsteinsäure im fertigen Weine ist die Folge davon. Der Wein wird zwar saurer und herber, aber er gewinnt zugleich an Geschmack, Geruch und Farbe. So sehen wir einen einzigen Bestandtheil, der offenbar nur dem Boden entzogen werden konnte, eine bedeutungsvolle Reihe von Umwandlungen bewirken, die noch in dem Geschmacke zu einer Geltung kommen.

Ich glaube nicht, daß sich wirklich gegründete Einwürfe gegen den Einfluß erheben lassen, den die anorganischen Bestandtheile des Bodens, nicht allein auf das Gedeihen des Weinstockes, sondern selbst auf die Eigenschaften des Getränkes, das man aus dem Saft seiner Trauben bereitet, ausüben. Behaupten doch er=

fahrene Weinbauer sogar, daß auch die organischen Stoffe des Düngers für den Geschmack und Wohlgeruch des Weines nicht bedeutungslos seien, und daß es höchst gefährlich sei, den Weinstöcken einen stinkenden Dünger zu geben! Gewiß aber ist, daß die Aufnahme anorganischer Stoffe durch die Wurzeln wesentlich auf die Zeit der ersten Entwicklung des Weinstocks beschränkt ist, und daß mit der Entwicklung der Frucht ein Stillstand in dieser Ernährung eintritt. Die chemische Untersuchung hat gezeigt, daß zwischen den anorganischen Bestandtheilen oder der Asche unreifer und reifer Trauben kein erheblicher Unterschied stattfindet. Mit dem Reifen scheint also ein selbstständigeres Leben der Frucht zu beginnen. Es ist ein neues Leben, das in der schwellenden Traube erwacht, und der Sonnenstrahl ist seine Amme. Nicht aus den todten Stoffen der Erde, aus Wärme und Licht zeugen sich in ihr Duft und Geist.

Es bedarf keines ausführlichen Beweises, daß die Wärme es ist, welche dem Weine sein Feuer verleiht. Man vergleiche nur die Weine, die unter der Gluth eines italienischen oder griechischen Himmels gezeugt wurden, mit dem milden säurereichen des Rheines; man vergleiche den Nectar, der der Sonnenseite des Johannesbergs entquillt, mit jener Flüssigkeit, dem Schrecken aller Trinker, die man als „Grüneberger Schattenseite" bezeichnet! Uebrigens hat auch die Wissenschaft einen solchen Einfluß längst durch ihre Zahlen

nachgewiesen, namentlich in Betreff des Zuckergehaltes der Trauben, aus dem der Alkohol der Weine hervorgeht. Eine Vergleichung der beiden Jahre 1833 und 1834 ergibt für den Wein des letzteren Jahres durchschnittlich einen doppelt so großen Alkoholgehalt, als für den des vorhergehenden; die mittlere Sommertemperatur betrug aber im Jahre 1833 nur $17^{\circ},_3$, im Jahre 1834 $20^{\circ},_3$, die mittlere Herbsttemperatur im ersteren Jahre $11^{\circ},_4$, im letzteren 17°. Daraus geht zugleich hervor, daß es namentlich die Herbstwärme ist, welche diese Zuckerbildung befördert, und das spricht wieder für unsere obige Andeutung von einem selbstständigeren, vorzugsweise durch den Sonnenstrahl bedingten Leben der Traube. Der rheinische Weinbauer weiß darum recht wohl, was er thut, wenn er in minder günstigen Jahren seine Weinlese oft bis zum December und Januar verschiebt; auch der späteste Sonnenstrahl vermag noch den Zuckergehalt seiner Traube zu mehren.

Aber nicht die Sonnenwärme allein, auch das Sonnenlicht nimmt Theil an jenen Bildungsprocessen, die im Innern der reifenden Traube vorgehen. Es ist ja bekannt, daß das Sonnenlicht einer der kräftigsten Erreger chemischer Processe ist. Da nun die Bildung des Zuckers, wie jener ätherischen Oele, auf denen der Geruch und Geschmack der Trauben beruht, wesentlich eine Reihenfolge solcher Processe ist, so läßt sich leicht erklären, daß weiße Trauben, die das Sonnen-

licht leichter durch ihre ungefärbten Fruchthüllen hindurch lassen, im Allgemeinen süßer und schmackhafter sind als die blauen. Freilich haben die blauen Trauben dafür den Vorzug, nach einem bekannten physikalischen Gesetze die Wärmestrahlen leichter hindurch zu lassen, und die natürliche Folge davon ist, daß sie früher reifen, als die weißen.

Von welcher Art die Einflüsse sind, durch welche sich die eigenthümlichen Varietäten des Weinstockes geltend machen, ist selbst für die Wissenschaft noch ein Geheimniß. Unleugbar sind sie jedenfalls. Es ist bekannt, daß es Rebensorten gibt, die auf demselben Flächenraume einen 10 bis 16 mal größeren Ertrag liefern, als andere; es ist aber auch bekannt, daß zu dieser Ertragsmenge der innere Gehalt meist in einem umgekehrten Verhältniß steht. Eine geringe Sorte der Burgunderrebe, die man unter dem Namen des gros gammais kennt, liefert ungefähr 8 mal so viel Wein, als die edelste der Burgunder Trauben, der pineau noir, und wenn daher auch von jener Rebe auf demselben Acker 4 mal so viel Alkohol erzeugt wird als von dieser, so enthält dieselbe Menge des aus der letzteren erzeugten Weines doch mehr als doppelt so viel Alkohol und kaum halb so viel an Säuren und Salzen, als der Wein des gros gammais. Die eine Traubensorte scheint namentlich viel mehr Kali aufzusammeln, als die andere, wenn auch ihr Gehalt an Alkohol und Weinsteinsäure geringer ist.

Es würde eine besondere Aufgabe erfordern, alle die Veränderungen im Einzelnen zu verfolgen, welche Boden, Wärme, Licht und tausend andere bekannte und unbekannte Natureinflüsse während der Entwicklung und des Reifens der Traube in der chemischen Zusammensetzung ihres Saftes bewirken. Hier kam es nur darauf an zu zeigen, daß der Traubensaft im chemischen Sinne keineswegs eine nach Zahlen bestimmbare Verbindung von Stoffen ist, wie etwa ein Salz, daß er vielmehr als eine außerordentlich veränderliche Summe von mannigfaltigen Bestandtheilen angesehen werden muß. Es würde daher ein ganz müssiges Unternehmen sein, etwa nach dem Procentgehalt eine Uebersicht dieser Bestandtheile aufstellen zu wollen. Betrachten wir aber im Allgemeinen die Bestandtheile, aus denen doch der Wein erst geschaffen werden muß, so finden wir darin außer dem Wasser, welches die Stoffe aufgelöst oder fein zertheilt enthält, vorzugsweise Zucker, Säuren und Salze. Der Zuckergehalt der Traube ist keineswegs immer nach dem Geschmack zu schätzen, da dieser sehr leicht durch freie Säuren verdeckt werden kann. Im Allgemeinen schwankt dieser Zuckergehalt zwischen 13 und 30 Proc. Nur in sehr südlichen und sehr nördlichen Ländern erzeugte Trauben gehen über diese Grenzen hinaus. Schlesische Trauben enthalten selten mehr als 10 bis 12 Proc. Zucker, in schlechten Jahren oft sogar so wenig, daß sie sich nicht einmal zur Essigbereitung eignen. Unter den organischen Säuren

des Traubensaftes steht obenan die Weinsteinsäure, theils frei, theils an Kali oder Kalk gebunden. Durch die Processe des Reifens wird ein Theil dieser Säure in sogenannte Traubensäure umgewandelt, deren Vorhandensein von großer Bedeutung für die Weinerzeugung ist, da wegen der geringeren Löslichkeit ihrer Salze während der Gährung durch sie eine Menge von Kalk- und Kalisalzen ausgeschieden wird, wodurch der Wein an Süßigkeit, wie an Farbe gewinnt. Aepfelsäure scheint nur in unreifen Trauben vorzukommen, wenigstens mit der vollen Reife zu verschwinden. Von anderen organischen Stoffen, die etwa 2 Procent des Traubensaftes ausmachen, sind außer Kalk und Kali geringe Mengen von Manganoxydul und Eisenoxyd, von schwefelsaurem Kali und Kochsalz, von Magnesia und Kieselsäure und ganz besonders von phosphorsaurem Kalk nachgewiesen worden. Von besonderer Bedeutuug für die späteren Umwandlungsprocesse ist das Pflanzeneiweiß des Traubensaftes, das namentlich in den Wänden der Zellen, welche den Saft einschließen, enthalten ist und etwa $^1/_4$ Procent des Saftes ausmacht. In diesen Zellwänden kommt auch neben Gummi oder Pflanzenschleim jener eigenthümliche Stoff vor, welchen man Pektose nennt, und der, an sich unlöslich, während des Reifens der Frucht in lösliches Pektin umgebildet wird. Jene eigenthümlichen Stoffe aber, auf denen der würzige Geschmack und Wohlgeruch mancher Trauben und Weine beruht, aufzufinden, ist trotz aller Bemühungen

der heutigen Chemie noch nicht gelungen. Wenn man weiß, daß von dem am reichsten vorkommenden dieser Stoffe im Weine kaum $^1/_{40000}$ enthalten ist, so wird man sich freilich über die Erfolglosigkeit solcher Untersuchungen nicht wundern.

Bisweilen ist es der Traubensaft nicht allein, dessen Gährung den Wein liefert, sondern man läßt auch Traubenschalen, Kerne und Stiele einige Zeit, wenn auch selten länger als 2 bis 3 und nur bei einigen französischen Weinen 8 bis 14 Tage, an der Gährung theilnehmen. In diesem Falle kommen noch einige eigenthümliche Stoffe zu den Bestandtheilen des Traubensaftes hinzu. Unter diesen steht die Gerbsäure obenan. die niemals im Safte selbst vorkommt. Diese Gerbsäure ist es, welche den weißen Weinen ihre gelbliche Färbung verleiht, indem sie sich unter der Einwirkung der Luft in einen braunen, humusartigen, in verdünntem Alkohol leicht löslichen Stoff umwandelt. Die braune Färbung der Rosinen beruht auf derselben Umwandlung. Allerdings ist auch der aus reinem Traubensaft bereitete Wein nie ganz farblos, aber er verdankt seine gelbliche Farbe der Oxydation eines ganz anderen Stoffes, des sogenannten Extractivstoffes, desselben, der wahrscheinlich in ähnlicher Weise an der herbstlichen Färbung der Blätter theilnimmt. Solche Weine verlieren ihre Farbe im Alter nicht leicht, während die aus der Gerbsäure hervorgegangene Färbung mit der Zeit zu dunkeln pflegt. In den Schalen der

blauen Trauben ist außer der Gerbsäure noch ein besonderer blauer Farbstoff vorhanden, der sich in Weinsteinsäure und Alkohol leicht löst und durch Einwirkung von Säuren allmälig roth färbt. Daher ist die Intensität der blauen Färbung ein Kennzeichen der Reife und ein Süßigkeitsmesser für die Trauben, da die Säuren der unreifen Trauben noch eine röthlichere Färbung bedingen. Endlich kommt noch eine nicht unbedeutende Menge von Wachs in den Traubenschalen vor, das aber von Alkohol nur in geringem Maße aufgelöst wird.

In den Traubenkernen tritt neben der Gerbsäure als Hauptbestandtheil ein fettes Oel auf, dessen jährliche Production man für Frankreich allein auf 12 Mill. Pfund berechnet hat. Jedenfalls hat dieses Oel außer den schon in dem Traubensafte vorhandenen Fetten an der Bildung der Fettsäuren, denen wir in dem fertigen Weine begegnen werden, einen nicht zu übersehenden Antheil.

Das sind nun im Wesentlichen die Stoffe, welche die Natur uns in der reifen Traube bietet. Wir werden nun auch die Verwandlungen kennen zu lernen haben, welche sie durch den Gährungsproceß erleiden. Der besondere Antheil, welchen jeder dieser Stoffe an den Verwandlungsformen der Gährung nimmt, wird uns die Bedeutung derselben für den eigenthümlichen Charakter des erzeugten Weines kennen lehren und uns

wenigstens einiges Licht über die Ursachen der wunderbaren Mannigfaltigkeit dieses edelsten Produktes der menschlichen Nahrungsindustrie verschaffen.

---

2. Die Gährung.

Die Kelter hat ihre Arbeit vollendet; in den Kellern reiht sich Faß an Faß, gefüllt mit dem Moste der Trauben. Ein geheimnißvolles Leben und Regen beginnt jetzt in dieser Flüssigkeit. Der Saft trübt sich mehr und mehr, Bläschen steigen auf, anfangs klein, bald immer größer, immer stürmischer nach oben treibend. Schaum bedeckt die Oberfläche. Die Flüssigkeit selbst ist eine ganz andere geworden, sie hat ihre zähe, klebrige Beschaffenheit und ihre Süßigkeit verloren, und ihr Genuß wirkt berauschend. Eine Menge von Stoffen, die bisher aufgelöst in dieser Flüssigkeit waren, vermögen sich nicht mehr darin zu halten und scheiden sich am Boden des Fasses ab. Selbst die Luft des Kellers ist verändert, sie droht mit Erstickung, wenn sie nicht schleunigst erneut wird. Nach 3 bis 4 Tagen ist der Schaum, der die Masse bedeckt, auf's Höchste gestiegen, und erst nach abermals 3 bis 4 Tagen beginnt er zu sinken. Die Flüssigkeit wird nun klarer, der Niederschlag am Boden dichter. Aber lange noch, selbst nachdem man die klare Flüssigkeit in neue Gefäße gefüllt hat, geht die innere Bewegung und

Ausscheidung fort, und im nächsten Frühjahr, wie man sagt, wenn der Weinstock blüht, oder mit dem Eintritt der Sommerwärme, wird sie sogar noch einmal mit besonderer Lebhaftigkeit erwachen. Das ist das geheimnißvolle Werden des Weines, ein Proceß, den wir nach seinen Bedingungen und Wirkungen jetzt näher betrachten wollen.

Es gibt eine Reihe von organischen Stoffen, wahrscheinlich von sehr complicirter Zusammensetzung, welche sich freiwillig, d. h. ohne besondere Einwirkung chemischer Mittel, zersetzen und in einfache zusammengesetzte Stoffe zerfallen, die zwar unter den Verhältnissen, unter welchen sie entstanden sind, keiner weiteren Veränderung mehr fähig sind, wohl aber unter anderen Umständen eine abermalige Zersetzung erleiden können. Man nennt diese freiwillige Zersetzung Fäulniß. Zu ihrem Eintritt ist zunächst ein gewisser Wärmegrad erforderlich — Frost und Siedhitze heben sie gleicher Weise auf; — es gehört dazu ferner die Gegenwart von Wasser und eine wenn auch vorübergehende Berührung mit Sauerstoff. Die einmal begonnene Fäulniß schreitet allerdings fort, auch bei völligem Abschluß des Sauerstoffs. Zu diesen fäulnißfähigen Stoffen gehören ganz besonders jene stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheile der Thiere und Pflanzen, die man unter dem Namen der Eiweißkörper begreift.

Kommt nun ein im Zustande der Fäulniß befindlicher Stoff mit einem andern an sich nicht fäulniß-

fähigen Körper in Berührung, so erleidet der letztere oft dennoch eine Zersetzung. Es findet dann gleichsam eine Uebertragung der innerlichen Bewegung von dem einen Körper auf den andern, eine Ansteckung des Zustandes der Umsetzung statt. Diese neue Art der Zersetzung nennt man die Gährung, und der in Fäulniß begriffene Stoff, welcher die Gährung veranlaßt, führt den Namen des Ferments oder der Hefe. Dieses Ferment selbst nimmt an dem Zerfallen des gährenden Stoffes keinen Antheil; seine Bestandtheile gehen nicht in die Gährungsprodukte über. Die Gährungsprodukte sind aber mannigfacher Art und nicht allein durch die Natur des Ferments, sondern auch durch die Temperatur bedingt. Der Zucker wird durch dasselbe Ferment bei einer Temperatur von 10 bis 20° in Alkohol und Kohlensäure, bei einer Temperatur von 35° in Gummi und Milchsäure zersetzt.

Kommt nun endlich ein in Gährung begriffener Stoff mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung, so nimmt der Sauerstoff an seiner Zersetzung einen lebhaften Antheil, und diese Zersetzung wird jetzt zur Verwesung. So geht der Alkohol in Berührung mit Fermenten und unter Einfluß des Sauerstoffs in Essigsäure über.

Diese drei geheimnißvollen Processe, Fäulniß, Gährung, Verwesung, sind es nun, durch welche der Tod die Leiber alles organischen Lebens allmälig unseren Augen entzieht. Der eine von ihnen aber ist es

zugleich, welcher aus dem Traubensafte jenen wunderbaren, lebenspendenden Saft, den Wein bereitet. Wenden wir darum der Gährung unsere besondere Aufmerksamkeit zu.

Die weingeistige Gährung oder die Verwandlung des Zuckers in Alkohol ist es, welcher der Wein sein Dasein verdankt. Sehen wir nun zu, unter welchen Bedingungen sie vorgeht, und in wie weit diese Bedingungen im Traubensafte gegeben sind. Zunächst gehören dazu offenbar ein gährungsfähiger Körper und ein fäulnißfähiger, der durch Zutritt von Luft zum Ferment wird. Beide finden wir in der That im Traubensaft. Wir bemerken darin zunächst einen gährungsfähigen Zucker, wie wir gesehen haben, 13 bis 30 Procent des ganzen Saftes ausmachend, und zwar gerade jenen eigenthümlichen Traubenzucker, in welchen unser Rohr- und Rübenzucker erst umgewandelt werden muß, ehe er der weingeistigen Gährung fähig wird. Wenn in ungünstigen Jahren kalte, regenreiche Sommer dem Winzer zuckerarme, säurereiche Trauben geliefert haben, dann sieht er sich oft verleitet, zu einer Verfälschung zu greifen. Er sucht dann künstlich den fehlenden Zucker zu ersetzen, am einfachsten durch Zuthat von Rohr- oder Rübenzucker oder noch billigerem Kartoffelsyrup. Welchen Zucker er wählt, ist für den Erfolg gleichgültig; jeder wird so gut wie der Traubenzucker in Alkohol umgesetzt, und der beste Chemiker muß darauf verzichten, im Weine noch den Ursprung

des Alkohols zu entdecken. Bisweilen greift der Winzer auch zu einem andern Mittel, indem er dem Moste durch Kreide die freien Säuren entzieht und ihn zugleich durch Eindampfung verhältnißmäßig zuckerreicher macht. Er muß dann nur den so behandelten Most nachträglich mit einem Theile des ursprünglichen vermischen, damit der Weinstein die ihm vom Kalk zum Theil entzogene Säure aus der freien Säure des Mostes wieder ersetzen kann. Auf solche Weise wird dann zwar der Natur nachgeholfen und wenigstens ein den guten Jahrgängen an Alkoholgehalt nichts nachgebender Wein gewonnen, aber ein guter, duftreicher, wohlschmeckender Wein nimmermehr! — Dazu gehört eben die volle Entwickelung der Traube.

Wir finden ferner namentlich im Traubenmark einen stickstoffhaltigen Körper, das sogenannte Pflanzeneiweiß, das also die Hefe bilden kann. Mag dieses Pflanzeneiweiß auch nur in sehr geringer Menge, wie wir gesehen haben, kaum zu 1/4 Procent, im Traubensafte vorkommen, so hat doch die Erfahrung gezeigt, daß ein Gewichtstheil Pflanzeneiweiß im Stande ist, 130 Theile Zucker in Alkohol umzuwandeln, und jener geringe Gehalt wird also in vollkommen genügendem Verhältniß zu dem vorhandenen Zucker stehen. Wäre der Zuckergehalt größer oder umgekehrt der Eiweißgehalt kleiner, so würde ein Theil des Zuckers unzersetzt in dem Weine zurückbleiben.

Zum Eintritt der Gährung gehört nun aber noch

mehr, vor Allem eine geeignete Temperatur. Sind auch die Grenzen der Temperatur, innerhalb deren eine weingeistige Gährung überhaupt möglich ist, ziemlich weit — sie mögen zwischen 0° und 30° C. liegen —, so scheinen sie doch für eine gute und kräftige Gährung sehr eng zu sein. Ja es dürfte nicht zu viel gesagt sein, daß selbst für verschiedene Weinsorten, für die Weine verschiedener Länder, verschiedener Jahrgänge ganz verschiedene Gährungstemperaturen erfordert werden. Zunächst ist nur gewiß, daß eine hohe Herbsttemperatur der Gährung förderlich, eine niedrige ihr nachtheilig ist, und daß namentlich Schwankungen der Wärme während der Gährung von den übelsten Folgen sein und ein schnelles Verderben des gährenden Saftes herbeiführen können.

Zum Eintritt der Gährung ist endlich auch noch der Luftzutritt erforderlich, allerdings nur zum Eintritt, wahrscheinlich zur ersten Zersetzung des Eiweiß, zur Bildung der Hefe. Denn die einmal begonnene Gährung geht ohne ferneren Luftzutritt, oder doch bei sehr beschränktem ungestört fort. Ob der reichere oder der beschränktere Luftzutritt der Gährung günstiger sei, darüber bestehen noch heute die verschiedensten Ansichten. Eine Zeit lang pflegte man namentlich in Frankreich die Gährungsfässer mit einem Helm zu bedecken, mit dem eine Schlange, ähnlich wie bei unseren Destillirapparaten, verbunden war. Man wollte dadurch die entweichenden Alkoholdämpfe verdichten. Als aber Gay=

Lussac zeigte, daß bei offnen Fässern kaum der 200ste Theil des Alkohols verloren gehe, gab man diese Einrichtung, durch die jeder Zutritt der Luft zur gährenden Flüssigkeit abgeschlossen war, als unnütz wieder auf. Eine Veränderung in der Qualität des Weines hat man vor wie nach nicht bemerkt. Im Rheingau pflegt man noch heute, wenigstens bei rothem Weine, um eine mögliche Verwesung der mitgährenden Schalen zu verhindern, einen ähnlichen Luftabschluß anzuwenden. Man bewirkt ihn hier durch die sogenannte Gährmaschine, ein dem Wasserverschluß bei Gasometern ähnliches Gefäß, welches in die Oeffnung des Gährfasses eingeschaltet wird und nur der entweichenden Kohlensäure durch eine in das Faß hinabreichende Röhre den Ausweg gestattet. Durch Liebig ist an mehreren Orten ein ganz entgegengesetztes Verfahren eingeführt worden. Er gab nämlich den Rath, den Wein nach Art des bairischen Bieres in Fässern mit weiter Oeffnung, also bei völlig freiem Luftzutritt, gähren zu lassen. In Baden und selbst auf dem Johannisberge ist auch dieses Verfahren mit gutem Erfolge angewandt worden. Eine völlige Willkür dürfte aber, wie es nach diesen Erfahrungen scheinen könnte, dennoch nicht statthaft sein. Vielmehr scheint festzustehen, daß bei einer Gährung in offnen Fässern stets eine niedrige Temperatur, in verschlossenen Fässern eine hohe Temperatur erforderlich ist, daß also sehr zuckerreiche Weine vortheilhafter in geschlossenen, zuckerarme am besten in

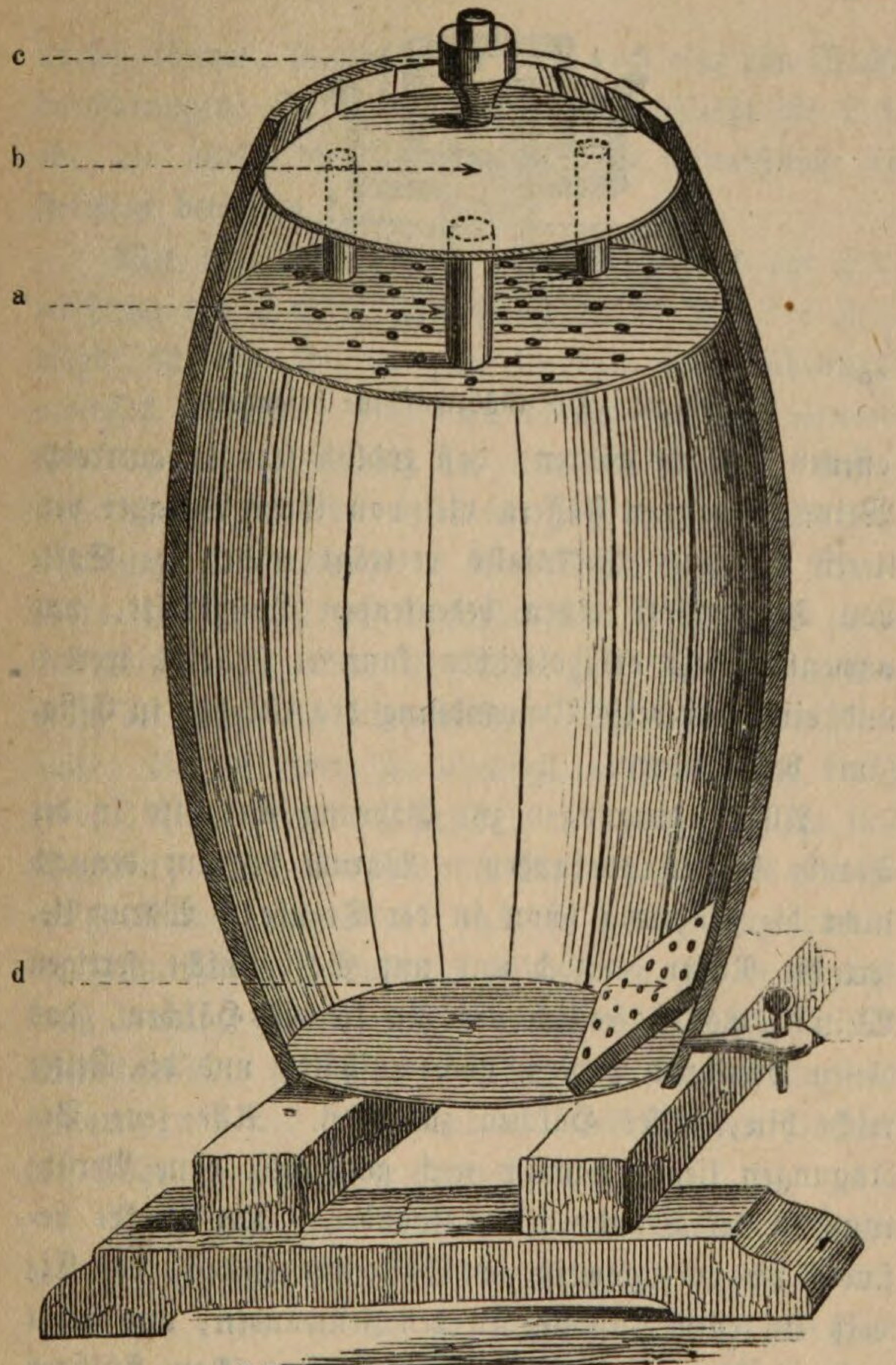


Fig. 1. Das Gährfaß.
a) Die Höhe der Flüssigkeit; b) der obere Boden des Fasses; c) die Gährmaschiue; d) das Sieb am unteren Zapfen.

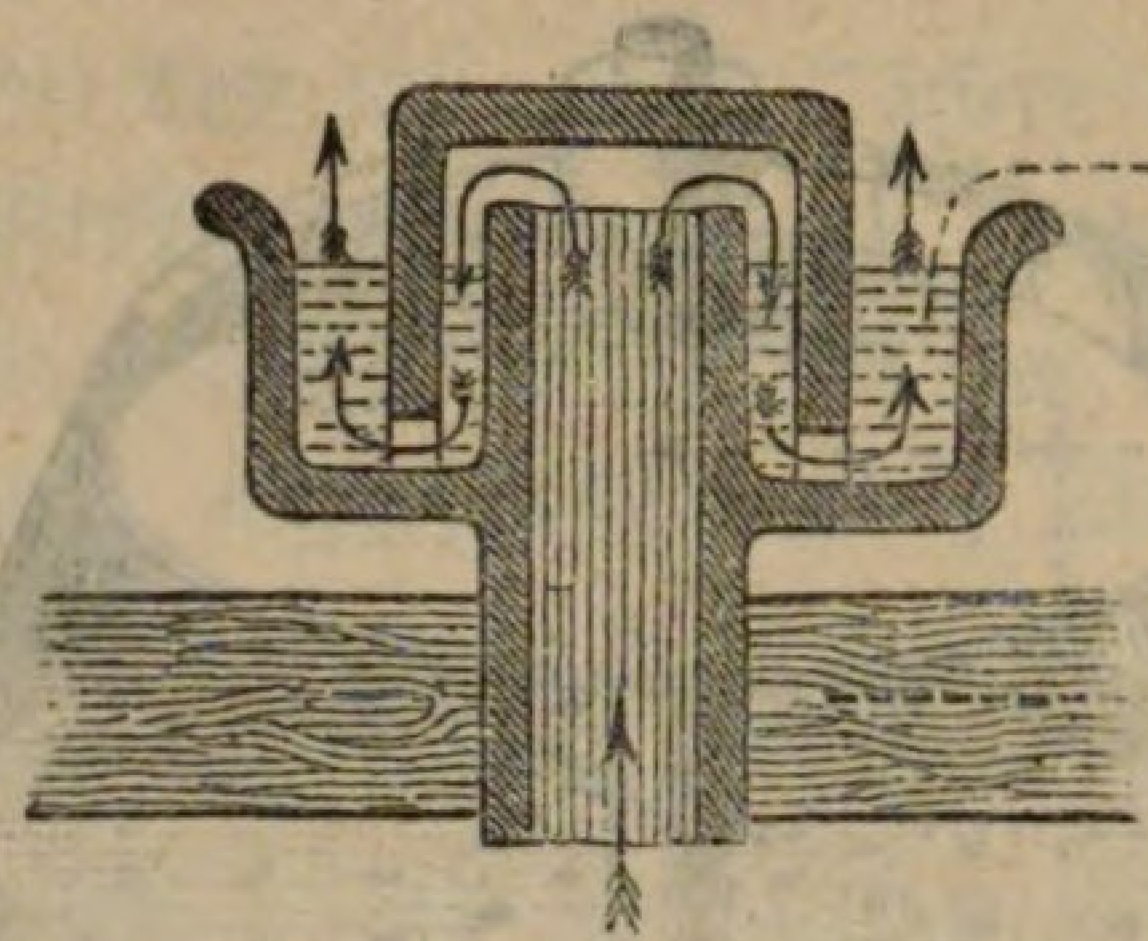


Fig. 2. Die Gährmaschine besonders.

offenen Fässern gähren, daß endlich sehr bouquetreiche Weine in offenen Fässern viel von ihrem Bouquet verlieren können. Jedenfalls verträgt nicht jede Sorte von Traubensaft einen bedeutenden Luftzutritt, und namentlich sehr alkoholreichen kann er schädlich werden und eine theilweise Umwandlung des Alkohol in Essigsäure herbeiführen.

Alle Bedingungen zur Gährung sind also in der Traube bereits vorhanden. Warum beginnt dennoch nicht die Gährung schon in der Traube? Warum liefert die Natur dennoch uns nur Saft, nicht fertigen Wein? Es ist freilich nur ein kleines Häkchen, das diesen wichtigen Proceß noch aufhält, und die Kelter reicht hin, dieses Häkchen zu lösen. Alle jene Bedingungen liegen nämlich noch getrennt, ohne Berührung in der Traube neben einander. Der Zucker befindet sich vorzugsweise im Safte der Zellen, das Eiweiß in festem Zustande in den Zellwänden, und wenn auch in dem Safte mit dem Zucker schon flüssiger Pflanzenleim gemischt ist, der ebenfalls als Ferment

wirken könnte, so umschließt doch noch eine von Wachs durchdrungene Hülle die Frucht und schließt die Luft ab, die allein die Umwandlung der Eiweißstoffe in Ferment bewirken kann.

Mit dem Zerreißen der Zellwände und der Vermischung des Saftes, des Fruchtmarks und der Zellwände ist das Signal zum Beginn des Gährungsprocesses gegeben. Die Luft dringt ein und verwandelt das Pflanzeneiweiß in einen löslicheren, sauerstoffreicheren Körper. Vielleicht besteht diese erste Umwandlung vorzugsweise in einer Oxydation des Phosphors im Eiweiß zu Phosphorsäure. Zugleich scheinen aber noch andere Umstände zum schleunigen Beginn der Gährung mitzuwirken. Die freie Weinsteinsäure, die in jedem Traubensaft vorhanden ist, mag er auch durch den Ueberschuß von Zucker noch so süß schmecken, macht ihre bekannte Eigenschaft, feste eiweißartige Körper aufzulösen, auch an dem Pflanzeneiweiß der zerquetschten Zellwände, mit denen sie in Berührung kommt, geltend. Diese auflösende Thätigkeit der Weinsteinsäure scheint aber nicht blos für den Beginn, sondern, wie wir sehen werden, auch für den Verlauf der Gährung eine Bedeutung zu haben.

Betrachten wir nun das Ferment selbst. Kaum hat die Zersetzung des Pflanzeneiweiß begonnen und damit den ersten Anstoß zur Gährung, d. h. zum Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure, gegeben, so bemächtigt sich die chemische Bewegung auch

des Gummi's und Pflanzenschleims im Traubensafte. Es bildet sich unter der Aufnahme von Sauerstoff ein im Wasser unlöslicher Körper, die Cellulose, welche sich sofort zu Bläschen oder Zellen gestaltet, die das Pflanzeneiweiß umschließen. Diese Zellen sind außerordentlich kleine, runde, mit schwarzen Punkten bezeichnete Kügelchen, deren Durchmesser etwa $^1/_{327}$—$^1/_{436}$ Linie mißt, so daß ein Kubikzoll deren mehr als 138,000 Millionen umfassen kann. Man hat diese Hefenzellen eine Zeit lang durchaus als selbständige Pflanzen ansehen wollen und besondere Namen für sie erfunden, und man hat behauptet, daß ihr Wachsthum die eigentliche Bedingung der Gährung sei. Eine vorurtheilsfreie Beobachtung hat aber gezeigt, daß die Zellenbildung nicht eine Ursache, sondern nur eine Wirkung der Gährung, und daß die Gährung sowohl vor der Zellenbildung schon stattfinde, als nach der Zerstörung der Zellen noch fortdauere. Es ist überhaupt nur der Inhalt der Zellen, der durch seine Eigenschaft, Sauerstoff aufzunehmen, die Gährung entwickelt. Dieser eiweißartige Inhalt ist aber an sich im Wasser wenig löslich, und doch muß er austreten, die Zellwände durchschwitzen, um mit dem Zucker in Berührung zu kommen und seine chemische Bewegung auf ihn zu übertragen. Da scheinen es denn die Pflanzensäuren zu sein, welche die Vermittluug übernehmen, namentlich die Weinsteinsäure, welche auch hier auflösend auf das Eiweiß einwirkt. Es ist daher bekannt, daß der Saft

nicht ganz reifer, also säurereicher Trauben weit schneller seine Gährung vollendet, als der völlig reifer, zuckerreicher Trauben.

Mit der Bildung der Hefenzellen ist nun keineswegs der Gährungsproceß geschlossen; diese umfaßt vielmehr nur wenige Tage, die Zeit der ersten stürmischen Gährung. Die Zersetzung des Zelleninhalts schreitet noch Monate lang durch die ganze Periode der stillen Gährung fort. Diese Zersetzung, die vorzugsweise in einer Aufnahme von Sauerstoff besteht und theilweise selbst bis zur Ammoniakbildung fortschreitet, scheint nun des Luftzutritts nicht ganz entbehren zu können. Es scheint sogar ein Ersatz des mangelnden Sauerstoffs auf Kosten des Zuckers stattfinden zu können, wenn nicht gar dieser Mangel häufig Veranlassung zur Bildung der sogenannten Fuselöle wird.

Wir haben nun die Bedingungen, die betheiligten Stoffe und die Vorgänge der Gährung kennen gelernt. Es bleibt uns noch übrig, einen Blick auf die Resultate, auf die Veränderung des Traubensaftes zu werfen. Gummi und Pflanzenschleim haben abgenommen, und haben, indem sie die unlöslichen Wände der Hefenzellen bildeten, die Flüssigkeit getrübt. Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim, anfangs in diese Zellen eingeschlossen, haben diese bei der Hefenzersetzung wieder verlassen und sich zum Theil in löslicher Form mit der Flüssigkeit vereinigt. Die entleerten Zellen

sind zu Boden gesunken, der Zucker ist zum größten Theile in Alkohol und Kohlensäure zerfallen. Die Flüssigkeit ist jetzt eine wesentlich andere geworden, und der verdünnte Alkohol vermag die früher in dem wässrigen Safte schwebenden Salze nicht mehr zu halten. Phosphorsaurer, schwefelsaurer, weinsteinsaurer Kalk werden niedergeschlagen, und selbst der Weinstein scheidet sich theilweis aus. Es beginnt eine abermalige Trübung der Flüssigkeit, an welcher bei wachsendem Alkoholgehalt endlich auch schwefelsaures Kali und weinsteinsaure Magnesia theilnehmen. Diese Trübung dauert fort, bis die Gährung vollendet ist, und sich die feste Kruste des rohen Weinsteins am Boden abgesetzt hat.

Der junge Wein enthält also weniger Salze, als der Traubensaft, und zwar um so weniger, je ärmer er an Gummi und Zucker, je reicher er an Alkohol geworden ist. Er enthält zum Theil selbst weniger Phosphorsäure, wenn bei der Hefenbildung Ammoniak und dadurch eine Ausscheidung von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bewirkt wurde. Der auf neue Fässer gefüllte Wein setzt in Folge der in ihm aufgelösten Hefenbestandtheile seine Gährung fort. Von Neuem scheiden sich Salze aus, die bei den rothen Weinen auch einen Theil des Farbstoffs und der Gerbsäure mit sich nehmen. Abermals wird der Wein auf neue Fässer gebracht, damit nicht die niedergeschlagene Gerbsäure, durch den Zutritt der Luft verändert, die

Eiweißstoffe, die sie mit sich gerissen, als Quelle neuer, verderblicher chemischer Wirkungen wieder frei gebe. Endlich ist alle Ausscheidung beendet, alle Bewegung ruht, der Wein ist fertig. Dennoch bedarf es mancherlei Vorkehrungen, um ihn vor abermaligen, jetzt nur noch verderblichen, inneren Bewegungen zu sichern.

---

3. Die Krankheiten des Weines.

Es gibt keine chemische Ruhe im Reiche des Organischen. Hier ist das Reich steter Bewegung, die erst mit dem gänzlichen Zerfallen des Ganzen, zu welchem eine Vielheit von Elementen vereint war, aufhört. Ob Stunden, ob Jahre diesen Verfall vollenden, gleichviel! Eine Gruppe von Stoffen ist es ganz besonders, welche die Ursache dieser Bewegung in sich trägt und damit den Keim des Verderbens in den lebenden Organismus legt, wie in die Kunstwerke, welche die menschliche Hand aus seinen Erzeugnissen schafft. Diese Gruppe ruheloser Stoffe ist die der eiweißartigen Körper. Ihr Dasein bedingt stete Zersetzungen und Verwandlungen, und nur von den Umständen hängt es ab, ob diese Verwandlungen zum Heil oder zum Verderben ausschlagen sollen.

Eiweißartige Stoffe waren es auch, welche jene Bewegung erregten, durch welche der Traubensaft in

Wein verwandelt wurde. Wir sahen nun zwar, daß der größte Theil dieser Eiweißstoffe durch jenen Gährungsproceß ausgeschieden wurde. Ein Theil war zersetzt worden, um Hefe zu bilden, ein anderer hatte sich mit der Gerbsäure verbunden, und ein dritter war vom Alkohol gefällt worden. Dennoch konnte ja ein anderer Theil dieser Eiweißstoffe der allgemeinen Fällung entgehen, und diese Besorgniß wird zur Wahrscheinlichkeit durch den Umstand, daß jeder Wein auch freie Weinsteinsäure enthält, die ja in so hohem Grade die Löslichkeit des Eiweißes begünstigt. Die Untersuchungen des holländischen Chemikers Vlaanderen haben in der That nachgewiesen, daß die meisten Weine einen Eiweißgehalt besitzen, der etwa zwischen $^1/_6$ und $^1/_4$ Procent schwankt. Sehr alkoholreiche und sehr gerbsäurereiche Weine werden allerdings nur die geringsten Spuren von Eisweißstoffen aufweisen, und es mag sein, daß die Weine Madeira's und Teneriffa's völlig frei davon sind. Mit dem Gehalt an freier Weinsteinsäure wird aber auch der Eiweißgehalt der Weine und damit die Gefahr ihres Verderbens sich steigern, und es ist daraus von vornherein erklärlich, daß schlechte Rheinweine am wenigsten der Zeit zu trotzen vermögen.

Wie wenig beachtenswerth auch diese kaum nachweisbaren Ueberreste der aus der Hefenzersetzung in den Wein übergegangenen und vielleicht mannigfach veränderten Eiweißstoffe scheinen mögen, so sind sie den-

noch die Haupturheber seines Verderbens. Es ließen sich hieran ganz artige moralische Betrachtungen knüpfen. Aber wir haben es beim Weine nur mit physischen, nicht mit moralischen Krankheiten zu thun, wie wohl sich von letzteren in gewissem Sinne auch noch zu reden Gelegenheit bieten wird. Der verderbliche Einfluß der Eiweißstoffe beruht auf der außerordentlichen Beweglichkeit ihrer Elemente, auf ihrer großen Neigung zu chemischen Veränderungen. Ihre Gefährlichkeit liegt auch keineswegs in der Natur der Stoffe selbst, in welche sich das Eiweiß verwandelt, sondern allein in jener Bewegung, die sich wie durch Ansteckung auf die übrigen Bestandtheile des Weines überträgt. Ueber die Vorgänge, welche hierbei stattfinden, ist man trotz Chemiker und Chemie noch gerade so im Dunkel, wie über die eigentlichen Ursachen der Krankheiten des Menschen trotz der Aerzte und der ärztlichen Kunst, und die Heilmittel, die man empfiehlt, sind nicht weniger trüglich hier wie dort.

Die Krankheiten des Weines bestehen also in chemischen Veränderungen wesentlicher Bestandtheile des Weines, welche geeignet sind, die ganze Natur desselben zu zerstören. Solchen Veränderungen, die, wie gesagt, immer von den zerfallenden Eiweißstoffen ausgehen, sind vorzugsweise der Zucker, der Alkohol und die Weinsteinsäure unterworfen, doch scheinen unter Umständen auch die Aetherbestandtheile davon ergriffen werden zu können.

Die schlimmsten Krankheiten des Weines sind diejenigen, in welchen der Alkohol der leidende Theil ist. Wir wissen bereits, daß der Alkohol, wenn er unter Anwesenheit von Hefe und bei höherer Temperatur mit der Luft in Berührung kommt, in Essigsäure übergeht. Eine solche Essigbildung tritt wirklich beim Sauerwerden mancher schwachen Weine ein, und man kann ihr nur entgegenwirken durch einen rechtzeitigen Zusatz von kohlensauren Alkalien, die freilich auf die Farbe und den Geschmack des Weines nachtheilig einwirken. Nicht immer kommt es aber zu einer wirklichen Essigbildung, sondern die Veränderung des Alkohols zeigt sich durch das Entstehen von Schimmelpflanzen auf der Oberfläche des Weines. Man nennt diese Krankheit das Kanen oder Kahmen. Daß der Alkohol der eigentliche Träger derselben ist, geht aus dem Verschwinden desselben während der Krankheit hervor, und daß diese Veränderung einer Oxydation entspricht, also einer Essigbildung mindestens nahe steht, beweist der Umstand, daß das Kanen nur bei Luftzutritt stattfindet. Wahrscheinlich ist es die Essigsäure erst, welche durch Umsetzung ihrer Elemente die Cellulose bildet, die dann den Schimmelpflanzen zur Grundlage dient.

Eine mit der letzteren jedenfalls verwandte Krankheit ist das sogenannte Langwerden des Weines, eine Krankheit, die den Wein in eine zähe, schleimige Masse verwandelt. Sie beruht vorzugsweise auf einer Bildung von Pflanzenschleim, wahrscheinlich aus dem

Zucker des Weines, wiewohl auch der Alkohol und selbst die Weinsteinsäure daran Antheil haben können. Es ist gleichsam eine Art neuer Gährung, welche den Wein unter dem Einflusse einer etwas erhöhten Temperatur ergreift. Namentlich sind es die süßen und zugleich an Gerbsäure armen Weine, welche daran leiden, und ein Zusatz von Gerbsäure oder Weinsteinsäure scheint das beste Mittel zur Abwendung dieses Uebels zu sein.

Rothe Weine, besonders junge, sind noch einer andern Krankheit ausgesetzt, die man als Umschlagen oder Umgehen bezeichnet, und die in einer Zersetzung der Weinsteinsäure zu bestehen scheint. Es ist eine räthselhafte Zersetzung der Weinsteinsäure in Kohlensäure und Wasser, die hier vorgeht. Sie bedarf der Mitwirkung der Luft und beginnt stets unten im Fasse, geht also offenbar von den zersetzten Hefenbestandtheilen aus, die sich noch im Bodensatze befinden. Die Umbildung des Weinsteins in kohlensaures Kali macht also den Anfang, und diese macht sich zunächst nur bemerkbar durch eine Umwandlung des Farbstoffes und eine Zersetzung der Gerbsäure, wie der den Wohlgeruch bedingenden fettsauren Verbindungen des Weines. Der Wein färbt sich dunkler, bräunlich, sein Geschmack wird fad und widrig. Der Alkohol ist noch unverändert, und der umgeschlagene Wein kann noch recht gut zur Branntweindestillation dienen. Aber die Krankheit greift allmälig weiter um sich; selbst der Alkohol

geht endlich in Essig über, und es tritt eine faulige Gährung ein, die sich durch ihre übelriechenden Gase so kenntlich macht. Nur im Anfange ist es möglich, dieser Krankheit Einhalt zu thun, und Schwefelsäure und Alaun scheinen dann die wirksamsten Gegenmittel zu sein.

Eine der seltsamsten Krankheiten befällt sehr häufig die Burgunder Rothweine. Sie äußert sich in einem Bitterwerden des Weines, und ihr Eintritt ist stets, als ob eine neue Gährung eintrete, von einer reichen Kohlensäureentwicklung begleitet. Ihre Ursache liegt wahrscheinlich in einer Bildung von Fuselölen unter dem Einflusse von Eiweißstoffen, und ihre Beseitigung ist nur möglich durch Entfernung der letzteren oder Beimischung jungen Weines, dessen reicher Gehalt an Oenanthäther zersetzend auf die Fuselöle einzuwirken scheint.

So dunkel auch noch immer das Wesen dieser Krankheiten ist, so sind wir hier doch insofern etwas besser gestellt, als bei den Krankheiten des menschlichen Organismus, als uns die erste Ursache wenigstens mit einiger Gewißheit bekannt ist. Darum läßt sich hier jener von den Aerzten leider meist erfolglos gegebene Rath ertheilen, dem Uebel vorzubeugen durch Entfernung jener ersten, alle Bewegung veranlassenden Ursache, hier der aus der Gährung im Weine zurückgebliebenen Eiweißstoffe. Schon die alten Griechen kannten diesen Rath und suchten ihre außerordentlich zucker-

und alkoholreichen, aber zugleich trüben und darum leicht veränderlichen Weine durch Zusatz von Theer und Pech zu schützen, deren kreosothaltige brenzliche Oele allerdings geeignet sind, jede chemische Umsetzung zu verhindern. Bis auf den heutigen Tag hat sich diese Sitte in Griechenland erhalten, und die neuen griechischen Weine bedürfen eines Schutzes mehr wie je. Aber ihre Neigung, zu verderben, liegt gewöhnlich nicht mehr in ihrer Stärke, sondern in ihrer Schwäche. Sie besitzen oft einen so geringen Alkoholgehalt, daß sie nicht einmal zur Bereitung von Essig taugen. Jedenfalls ist diese Vermischung mit Pech kein empfehlenswerther Schutz. Denn sie ertheilt den Weinen einen so eigenthümlichen und durchdringenden Geschmack, daß ihn kein nichtgriechischer Gaumen zu ertragen vermag. Den Muhamedanern ist darum ein strenges Festhalten an ihrem religiösen Verbot wenigstens so lange nicht zu verdenken gewesen, als sie keinen besseren Wein als den harzduftenden griechischen kannten.

Der Hauptgrund zu allen Erkrankungen des Weines liegt in seiner nachlässigen Behandlung nach dem Abschluß der Gährung. Der beste Schutz ist die Entfernung der gefährlichen Eiweißstoffe. In allen Ländern einer fortgeschrittenen Weinkultur unterläßt man es daher niemals, den Wein, bevor man ihn seinem Lager übergibt, einer wichtigen Procedur zu unterwerfen, die man das Klären nennt. In den meisten Fällen genügt ein bloßes Abziehen auf andere Fässer

nicht, sondern man wendet häufig noch mechanische Mittel an, um die in dem Weine schwebenden Theilchen niederzuschlagen. In Spanien benutzt man namentlich dazu Marmorstaub oder arabisches Gummi. Bei rothen und sehr gerbsäurehaltigen Weinen verbindet man mit dem Klären oft noch andere Zwecke, namentlich den einer lichteren Färbung des Weines. Man sucht dies gewöhnlich durch einen Zusatz von Eiweiß oder Hausenblase (Fischleim) zu bewirken. Diese Stoffe bilden nämlich vermöge ihrer Unlöslichkeit in Alkohol, und indem sie sich mit der Gerbsäure des Weines verbinden, einen flockigen Niederschlag, der einen Theil des Farbstoffes mit sich reißt. Aber dieses Mittel ist nur mit großer Vorsicht anzuwenden, sobald der Wein einen bedeutenden Gehalt an Weinsteinsäure besitzt. Denn die Verbindung von Gerbsäure und Eiweiß ist selbst in Alkohol durch freie Weinsteinsäure löslich. Auch ist es nur bei gerbsäurereichen Weinen anwendbar, da bei einem Mangel an Gerbsäure einerseits leicht eine große Menge von Leim oder Eiweiß aufgelöst in dem Weine zurückbleiben und ihm den Keim des Verderbens einpflanzen kann, andererseits dem Weine auch noch die geringe Gerbsäure entzogen wird, welche ihn vor dem Verderben zu schützen vermag, indem sie die bereits vorhandenen Eiweißstoffe unwirksam erhält. Diesen gefährlichen Folgen läßt sich zwar dadurch vorbeugen, daß man dem Weine zuvor etwas Galläpfelextrakt zusetzt. In neuerer Zeit fängt man aber be-

reits an, sich von diesem bedenklichen Mittel abzuwenden und dafür den Wein mit gebranntem Kalk zu versetzen. Auch dieser wirkt als Entfärbungsmittel, indem er sich mit der freien Weinsteinsäure zu weinsteinsaurem Kalk verbindet, der bei seiner Fällung einen Theil des Farbstoffes mit sich nimmt. Zugleich vermindert er auch die freie Gerbsäure des Weines, indem er sich mit ihr zu gerbsaurem Kalk verbindet, der überdies im Weine gelöst bleibt und darum die schützende Eigenschaft der Gerbsäure behält, wenn nicht gerade ein Ueberschuß von Kalk angewandt wurde.

Da weder durch das Klären, noch durch das öftere Umfüllen des Weines die schädlichen Eiweißstoffe ganz entfernt zu werden pflegen, so sucht man der entstehenden Gährung noch durch ein anderes Mittel entgegenzuwirken. Dies besteht in dem Schwefeln der Fässer. Man brennt nämlich, bevor man den Wein in die Fässer füllt, einige Schwefelfäden darin ab und erzeugt dadurch schweflige Säure, welche, indem sie einerseits den die Zersetzung bedingenden Sauerstoff an sich zieht und sich in Schwefelsäure verwandelt, andererseits sich mit den Eiweißstoffen zu gährungsunfähigen Verbindungen vereinigt, jede Gährung verhindert. Natürlich muß der angewendete Schwefel möglichst rein, namentlich frei von Arsenik sein, weil sonst die gebildete arsenige Säure ebenfalls in den Wein übergehen und ihn vergiften würde. Ganz unerläßlich ist dieses Schwefeln bei süßen weißen Weinen, die bei einem

großen Reichthum an Zucker und Eiweißstoffen gewöhnlich arm an Gerbsäure sind und sich daher leicht umsetzen, namentlich wenn sie in wärmere Gegenden versandt werden. Man wendet das Schwefeln aber auch stets bei alten Fässern an, um die Schimmelbildung zu verhindern, die stets eine vorangegangene Essigbildung voraussetzt, welcher aber in dem Sauerstoff die Hauptbedingung entzogen wird. Doch wirkt zu diesem Zwecke auch ein Auswaschen mit Kalkmilch mit gleichem Erfolge, so weit es nämlich auf die Entfernung bereits vorhandener Säuren ankommt.

---

4. Die chemischen Bestandtheile des Weines.

Welch eine Fülle von Veränderungen müssen vorgehen, ehe jene Stoffe geschaffen werden, aus denen der Mensch so viel Lust und Freude und Begeisterung schöpft, welche Sorgfalt der pflegenden Hand erfordert es, damit grade diese und nicht andere Stoffe sich bilden! Endlich lagert der Wein auf Fässern und Flaschen. Aber noch immer keine Ruhe, noch immer gebiert das chemische Leben neue Stoffe in seinem Schooße, noch immer muß die Sorge über ihm wachen!

Gesetzt, es sei ein guter, dauerversprechender Wein, den man aufbewahrt, gesetzt, es seien alle gefährlichen Stoffe daraus entfernt oder doch durch Gegenmittel im Zaum gehalten, gesetzt, er bleibe wirklich fern von

Erkrankungen jeglicher Art; so sind die chemischen Veränderungen doch noch nicht abgeschlossen. Häufig nimmt der Wein sogar noch neue Bestandtheile in sich auf, und das Holz der Fässer, der Kork der Flaschen liefert sie ihm. Namentlich ist das Holz von großer Bedeutung, da es eine Menge von Stoffen enthält, die theils von dem Wasser, theils von dem Alkohol des Weines ausgezogen werden können. Gewöhnlich wendet man Eichenholz an. Aber dieses Eichenholz enthält stets Gerbsäure, die zwar den rothen Weinen, die schon an sich gerbsäurereich sind, nicht wesentlich schaden kann, aber den weißen Weinen oft einen höchst unangenehmen, zusammenziehenden Geschmack ertheilt. Eine Eiche, die an der Küste des adriatischen Meeres wächst, ist oft so reich an Gerbsäure, daß die Weine, die in ihrem Holze aufbewahrt wurden, oft an der Luft völlig schwarz werden. Auch das französische Eichenholz bietet dem Weine viel Gerbsäure, am wenigsten das amerikanische. Das Eichenholz enthält außer der Gerbsäure auch noch andere Stoffe, namentlich einen Bitterstoff, das Quercin, und zum Theil einen gelben Farbstoff, das Quercitrin, die gleichfalls nicht ohne Einfluß auf den Wein bleiben können. Man sieht daraus, welch ein wesentlicher Unterschied zwischen neuen Fässern und alten, die jene Stoffe zum größten Theile bereits verloren haben, besteht. Man behauptet oft, daß auch der Kork dem Weine einen Geschmack ertheile. Das ist allerdings richtig, und dieser Geschmack ist bei alten

Weinen, die man in verschimmelten Flaschen als Delikatessen aufzutischen pflegt, oft unerträglich. Aber er rührt nicht vom Korke, sondern vom Schimmel her, der sich am Korke ebensogut, wie am Holze der Fässer, da wo er mit der Luft in Berührung ist, oft durch den Lack hindurch entwickelt und in das Innere der Flaschen verbreitet. Der Schimmel des Korkes scheint allerdings ein eigenthümlicher zu sein und darum auch einen eigenthümlichen Geschmack zu erzeugen.

Aber nicht blos diese von Außen kommenden Veränderungen sind es, welche die Ruhe des Weines stören; auch in seinem Innern gehen noch Bewegungen vor, die sogar von der größten Bedeutung sind. Nur sind sie nicht mehr verderblicher, sondern wohlthätiger, veredelnder Art. Es ist kein bloßes Vorurtheil, wenn man glaubt, daß alter Wein edler sei als junger, obwohl eben auch nur gute Weine alt werden. Noch sind die Vorgänge, durch welche Zeit und Wärme so manche Tugend im Weine wecken, ziemlich dunkel. Die einfachste Veranlassung aber scheint in der Verdunstung zu liegen, die beständig durch die Poren des Holzes stattfindet. Vorzugsweise ist es das Wasser, welches bei dieser Verdunstung betheiligt ist, und da man, um das Eindringen der Luft abzuhalten, das verdampfte Wasser von Zeit zu Zeit wieder durch Zufüllen von Wein ersetzt, so nimmt natürlich nicht allein der Alkoholgehalt zu, sondern der Wein wird auch reicher an allen übrigen Bestandtheilen. Zugleich tritt

eine neue Klärung des Weines ein, da mit der Zunahme des Alkohols die Unlöslichkeit des Weinsteins wächst, und dieser daher zu einer beständigen Abscheidung gezwungen wird. Es ist deshalb eine bekannte Thatsache, daß man oft schwere Weine, namentlich Madeiraweine, der kräftigeren Verdunstung wegen, auf Reisen in wärmere Gegenden schickt, und solche gereiste Weine steigen gerade so in der allgemeinen Achtung, wie gereiste Menschen. Man behauptet oft auch, daß der Wein in Flaschen durch das Alter an Alkohol gewinne. Das ist aber ein Vorurtheil. Die Verdunstung, die hier noch durch den Kork stattfinden kann, ist äußerst gering, und eine Neubildung von Alkohol, die eine neue Gährung voraussetzen würde, geradezu unmöglich. Wohl aber gewinnt der Wein in Flaschen in anderer Beziehung. Er wird zunächst süßer. Das ist eine um so auffallendere Erscheinung, als einerseits der Zuckergehalt selbst keineswegs zunimmt, andererseits sogar durch das Verdunsten im Fasse die Menge der freien Weinsteinsäure zugenommen hat. Aber gerade diese Weinsteinsäure scheint die Ursache dieser Süßigkeit zu sein. Es scheint eine Zersetzung dieser Säure stattzufinden, gerade so durch die Wirkung der Zeit, wie sie etwa beim Reifen der Früchte durch den Einfluß der Wärme stattfindet. Das Verschwinden der Säure dürfte es also nur sein, welches im alten Weine den Zucker stärker hervortreten läßt. Mit dieser Abnahme der Weinsteinsäure treten noch andere Erschei-

nungen ein. Die rothen Weine werden dunkler von Farbe, weil ja nur die Säure dem Farbstoff sein helleres Roth verlieh. Endlich aber dürften die Verwandlungsprodukte der Weinsteinsäure selbst die höchste Beachtung verdienen, da es nicht unwahrscheinlich ist, daß die wohlriechenden und aromatischen Bestandtheile des Weines vorzugsweise aus der Zersetzung dieser Säure hervorgehen. Der Wein wird durch das Alter also wirklich stärker, süßer, wohlschmeckender und duftreicher.

Ich kann hier nicht unerwähnt lassen, daß auch die Kälte einen ähnlichen veredelnden Einfluß auf den Wein auszuüben scheint. Es ist ja bekannt, daß man in einigen Thälern der Schweiz, namentlich des Wallis, einen sogenanten Gletscherwein bereitet, den man in der Nähe der Gletscher lagern läßt. Es scheint dabei unbewußt die Thatsache zu Grunde zu liegen, daß der Wein in der Nähe des Gefrierpunktes, noch mehr durch Gefrieren, wirklich alkoholreicher wird, und daß er dabei zugleich Weinstein Farbstoff und Eiweißbestandtheile ausscheidet.

Wir sind nun der Entwickelung des Weines bis zu seiner höchsten Vollendung gefolgt. Jetzt erst sind wir im Stande, einen prüfenden Blick auf seine chemischen Bestandtheile zu werfen, um eine Gesammtanschauung von dem zu gewinnen, was diese mancherlei Processe der Gährung, Verdunstung, Ausscheidung unter dem Einfluß von Zeit, Temperatur und tausenderlei andern Umständen aus dem Rebensaft gemacht

haben. Daß wir es hier mit einer noch größeren Mannigfaltigkeit in den Bestandtheilen zu thun haben werden, läßt sich erwarten. Denn zu den ursprünglichen chemischen Verschiedenheiten des Saftes ist ja hier noch die Vielfältigkeit der Bedingungen, unter denen ihre Umwandlung vor sich ging, gekommen. Davon weiß schon die Zunge zu sagen. Schwerlich möchte der Geschmack eine Hochheimer und Hattenheimer oder eine Markobrunner und Rauenthaler Traube unterscheiden. Bei den Weinen läßt er sich nicht täuschen.

Der Geschmack hat darum schon längst, allerdings im Bunde mit dem für den Geist des Weines empfänglichen Gehirn, eine gewisse Eintheilung der Weine, je nach dem Vorherrschen des einen oder andern wesentlichen Bestandtheils veranlaßt, und die Zunge ist ein zu guter Chemiker, als daß wir ihrer Klassification dasselbe Schicksal bereiten sollten, wie es meistentheils den Klassificationen geworden ist, die aus dem Urtheil des Auges hervorgingen. Die Gruppen, die der Geschmack gesondert hat, sind wirklich natürliche. Da begegnen wir zuerst der Gruppe der sogenannten süßen oder Liqueurweine, ausgezeichnet meistentheils gleichzeitig durch großen Zucker- und Alkoholgehalt. Sie verdanken ihren Zuckergehalt, der am geringsten beim Madeira, am reichsten beim Malaga und Tokayerwein ist, sämmtlich einer künstlichen Bereitung. Sie sind entweder aus am Stocke oder auf Stroh getrockneten Beeren, oder aus eingedampftem Moste, oder unter

Zusatz von Zucker bereitet, und werden darum auch als Trockenbeerweine (dry wine), Strohweine oder gekochte Weine bezeichnet. Sie setzen sämmtlich einen geringen Eiweißgehalt der Trauben voraus, um zu erklären, daß ein oft so großer Ueberschuß von Zucker der Verwandlung in Alkohol entging, obgleich auch eine sehr kräftige Alkoholbildung sich selbst Grenzen zu setzen vermag, da bei einem Alkoholgehalt von mehr als 20 Proc. die Hefe gerinnt, niedergeschlagen und in ihrem Wirken gehemmt wird.

Eine andere natürliche Gruppe, auf welche uns der Geschmack hinweist, bilden die sauren oder herben Weine, ausgezeichnet durch ihren Gehalt an freien Säuren, aber auch, was, wie wir sehen werden, damit zusammenhängt, durch Duft und Würze, und darum von höchstem Wohlgeschmack, wenn sie zugleich nicht zu arm an Zucker und Alkohol sind. Die Rheinweine nehmen unter ihnen den ersten Rang ein.

Eine dritte Gruppe umfaßt die schwer gedeckten portugiesischen und burgunder Wetne, reich an Alkohol, von dunkelrother, oft bläulicher Farbe, reich an Extractivstoffen und darum außerordentlich wohlschmeckend, aber ziemlich arm an freien Säuren und darum mit der Zeit großen Veränderungen an Farbe und Geschmack unterworfen. Auch die vierte Gruppe der gerbsäurereichen Weine, wozu die alkoholärmeren französischen Rothweine gehören, sind zu solchen Veränderungen ge-

neigt, die indessen stets mit einer Verbesserung des Geschmackes verbunden sind.

Als letzte Gruppe können wir endlich die moussirenden Weine bezeichnen. Sie werden aus dem Safte zuckerreicher blauer Trauben in der Weise bereitet, daß man den jungen, noch gährenden Wein seiner Gährung im Fasse entzieht und zwingt, diese Gährung in gestöpselten Flaschen fortzusetzen. Man stellt dann diese Flaschen mit dem Halse nach unten, so daß die Hefe sich gegen die Korkstöpsel absetzt, die man von Zeit zu Zeit herauszieht und durch neue ersetzt, bis eine völlige Klärung des Weines erfolgt ist. Die noch immer fortschreitende Gährung erzeugt dann in der Flasche jene Kohlensäure, welche das bekannte Schäumen des Weines veranlaßt.

Lassen wir nun auch den wissenschaftlichen Chemiker seine Unterscheidungen machen. Ihm ist natürlich der Wein keine schmeckende, riechende, berauschende Flüssigkeit, sondern nur eine Auflösung verschiedener Stoffe in verdünntem Alkohol. Der Chemiker berichtigt und begründet also nicht etwa das Urtheil des Geschmackes, sondern er übersetzt nur die Sprache subjectiver Empfindungen in die objectiver Thatsachen und Zahlen. Das ist namentlich wichtig, wo es Fälschungen gilt.

Der Alkoholgehalt des Weines nimmt jedenfalls für die chemischen Untersuchungen die erste Stelle ein.

Er bedingt die Anwesenheit und die Löslichkeit zahlreicher anderer Stoffe, und viele Eigenschaften des Weines, die zwar nicht von dem Alkohol selbst herzuleiten sind, stehen doch mit seiner Bildung oder mit den Stoffen, die er zu seinem Entstehen voraussetzt, in innigster Verbindung. Ein großer Alkoholgehalt ist gewöhnlich auch mit einer gewissen Süßigkeit verbunden, weil ein bedeutender Zuckergehalt der Trauben vorausgesetzt wird, und ein Ueberfluß von Zucker im Wein zugleich um so erklärlicher wird, als eine kräftige Alkoholbildung sich selbst Grenzen setzt, obgleich andrerseits auch andere Stoffe, namentlich weinsteinsaure Salze und Gerbsäure, wenn sie in hinreichender Menge vorhanden sind, der Gährung und der völligen Umwandlung des Zuckers in Alkohol entgegenwirken können. Zugleich kann es als Thatsache gelten, daß alkoholreichere Weine im Allgemeinen auch durch Geruch und Geschmack sich vor den schwächeren Weinen auszeichnen, was schon daraus erklärlich ist, daß die vorausgesetzte reichliche Menge von Zucker und Eiweißstoffen im Safte eine gute Entwicklung der Frucht überhaupt und aller ihrer Bestandtheile bedingt. Zu den alkoholreichsten Weinen gehören jedenfalls die Portweine mit einem Gehalt von 17 bis 21 Proc., und die Madeiraweine dürften sich ihnen zunächst anschließen. Die Liqueurweine haben meist einen Alkoholgehalt von 12 bis 15, die rothen französischen Weine 9 bis 14, die Champagnerweine 10 bis 11, die Rheinweine 6

bis 12, die Moselweine 7 bis 8, die Grüneberger und Naumburger Weine 6 bis 7 Procent.

Von besonderer Wichtigkeit für den Geschmack der Weine sind die freien, d. h. nicht an Basen gebundenen oder doch in den Salzen im Ueberfluß vorhandenen Säuren. Dem Laien wird es überraschend sein und bei seiner Zunge kaum Glauben finden, daß unter diesen Säuren die Essigsäure einen so hohen Rang einnimmt. Sie findet sich in allen besseren Weinen und zwar zwischen 1/6 und 1/40 Procent, am reichsten im Madeira, Bergerac, Teneriffa, Lacrimae Christi, am wenigsten in den Rheinweinen, im Champagner, Bourgogne und Tavella. In größerer Menge tritt die freie Weinsteinsäure auf. Sie schwankt zwischen 1/8 und 3/4 Procent und ist am reichsten im Tavella, Narbonne, Roussillon, am geringsten in den Bordeauxweinen, Portweinen und im Madeira vorhanden. Ferner enthalten alle Weine eine geringe Menge Traubensäure, und die rothen Bordeauxweine auch Aepfelsäure.

Was den Zuckergehalt betrifft, so habe ich bereits erwähnt, daß die süßen Weine dem Zucker oft 1/4 ihres Gewichts verdanken. Ganz fehlt er überhaupt keinem Weine, und so gering er oft auch sein mag, ist er doch namentlich bei der Anwesenheit von freien Säuren für den Geschmack von hohem Werthe. Rothe Weine würden nicht trinkbar sein, wenn sie nicht wenigstens 1/2 Proc. Zucker enthielten. Die Rheinweine enthal=

ten meist zwischen 3 und 5 Procent, die Steinberger Auslese sogar 8,6 Procent Zucker. Es ist freilich nicht mehr der Traubenzucker, den wir ursprünglich im Safte der Trauben fanden, sondern er hat sich im Weine unter dem Einfluß der Säuren in sogenannten Fruchtzucker, sogar meistentheils in Schleimzucker umgewandelt.

Es ist bekannt, daß abgelagerte Weine, namentlich alte Medocweine, oft syrupartig werden und an Consistenz und Süßigkeit gewinnen. Sie scheinen diese Eigenschaft einem gummiartigen Stoffe zu verdanken, dessen Menge besonders in den guten französischen Weinen bedeutend ist, im Preignac ½, im Sauterne 1 Proc. beträgt. Ja es scheint sogar, als ob dieses dem Dextrin sehr nahestehende Gummi sich im Weine selbst noch allmälig bilde, da es mit dem Alter in den Weinen zunimmt, und dann könnte sein Ursprung nur in einer Umsetzung des Zuckers oder der Weinsteinsäure gesucht werden.

Um die Summe aller der Bestandtheile, welche auf den Geschmack des Weines einen wesentlichen Einfluß haben, mit einem Male zu erhalten, wendet man oft ein einfaches Verfahren an. Man verdampft nämlich den Wein langsam bis zur Trockniß. Es verdampft dabei mit dem Wasser und Alkohol nur die Essigsäure; es verdampfen ferner die wohlriechenden Bestandtheile und endlich das Fett, das aber nur etwa 1/160 Proc. des Weines bildet und daher, wie Mulder sagt,

Niemanden fett machen wird. Der Rückstand der Verdampfung enthält den Zucker, das Gummi und die Eiweißstoffe, die noch wenig bekannten sogenannten Extractivstoffe und die löslichen Hefenüberreste. Er enthält ferner die meisten freien Säuren, die weinsteinsauren und phosphorsauren Kali- und Kalksalze, Spuren von Gyps und Kochsalz. Die Menge dieses sogenannten Weinextraktes ist in der That so verschieden, als der Geschmack der Weine selbst. Die meisten festen Stoffe enthalten die süßen Weine; in ihnen steigt der Extractgehalt oft auf 20 Proc. In guten Rheinweinen schwankt dieser Gehalt zwischen 2 und 10 Proc., in den gewöhnlichen französischen Weinen beträgt er durchschnittlich 2, im Teneriffa und Madeira 3 bis 5, in den Portweinen 3 ½ bis 5 Proc. Daß dieser Extractgehalt keinen wirklichen Maßstab für die Güte des Weines bilden kann, versteht sich schon aus der Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Stoffe, die er umfaßt.

Wenn man den trocknen Weinextract vollends verbrennt, so erhält man in der Asche endlich auch die sämmtlichen unverbrennlichen, also unorganischen Bestandtheile des Weines. Diese Asche, deren Menge zwischen $^1/_{10}$ und $^2/_3$ Proc. schwankt und am größten bei Rousfillon und Lacrymae Christi, am geringsten bei den Rheinweinen und Bordeauxweinen ist, besteht aus Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlor, bisweilen auch etwas Eisen,

Kieselsäure und Thonerde. Auf den Geschmack haben diese Stoffe natürlich keinen Einfluß, ausgenommen etwa das Kali, weil es die Weinsteinsäure gebunden und gelöst hielt. Von großer Bedeutung aber ist diese Asche als Mittel zur Entdeckung von Fälschungen, wie wir unten sehen werden.

Wir haben bisher noch zwei wichtige Gruppen von Bestandtheilen des Weines außer Acht gelassen; es sind diejenigen, welche die Farbe und den Geruch des Weines bedingen. Sie sollen unsre Aufmerksamkeit noch ganz besonders beschäftigen.

---

5. Die Farbe des Weines.

„Der Wein erfreut des Menschen Herz", singt der Dichter, und die Alltagsprosa setzt hinzu: auch des Menschen Sinne. Wenigstens ist es die Zunge nicht allein, die den Wein genießt; an seinem Gold und seinem Blute labt sich auch das Auge, und an seinen Düften findet die Nase Behagen. Es ist eine allbekannte Thatsache, daß der Geschmack ein sehr unselbständiger Sinn ist, und unsere Kuchen- und Küchenkünstler wissen recht wohl, warum die Natur Nase und Augen in so nahe Nachbarschaft des Mundes gesetzt hat. Nase und Augen sind die Hüter des Thores, durch welches auch der Wein eingeht, und die Zunge

unterwirft sich ihrem Urtheil meist widerstandslos. Das Auge mag dabei die Rolle des Philosophen spielen, der über Gut und Uebel entscheidet, die Nase ist der feine Forscher, der den verborgenen Geheimnissen des Eindringlings nachspürt.

Jene Stoffe, die wir oben aufführten, Zucker, Alkohol, Säuren u. s. w., mögen das Wesen des Weines ausmachen, und eine künstliche Mischung aus ihnen möchte dem Chemiker wohl als Wein gelten; vor den prüfenden Sinnen würde sie nicht bestehen. Die Sinne fordern auch Farbe und Geruch. Daß damit auch wesentliche stoffliche Verhältnisse bedingt sind, wird uns die Folge zeigen.

Golden soll der Wein im Glase funkeln! Was ist nun dieses Gold? Ist es ein eigenthümlicher Farbstoff, der es erzeugt? Der Chemiker sagt Nein, und das scheint allerdings zu der völligen Farblosigkeit des frischen, klaren Traubensaftes zu stimmen. Und doch gibt es keinen ganz farblosen Wein, von dem fast wasserhellen **Vino Cebedino** bis zum dunkelbraunen Malaga. Es müssen also Stoffe im Traubensafte vorhanden sein, die erst durch eine allmälige Umwandlung im Weine die Färbung erzeugen. Als einen solchen Stoff hat die Chemie in neuerer Zeit den schon oft erwähnten sogenannten Extractivstoff kennen gelehrt. Ursprünglich völlig farblos, wird dieser in keinem Pflanzensafte fehlende Stoff bei Berührung mit der

Luft leicht oxydirt und in einen braunen, humusartigen, nur noch in Wasser und Alkohol löslichen Körper verwandelt. Dieser braune Stoff ist es nun, der durch seine Verdünnung die verschiedenen gelben Farbennüancen des Weines erzeugt. Je freierer Luftzutritt dem gährenden Weine gestattet wird, desto dunkler muß daher seine Farbe sein, und ein langes Lagern auf Fässern, wie ein häufiges Umfüllen des Weines, wobei demselben Gelegenheit gegeben wird, sich immer auf's Neue mit Luft zu sättigen, wird folgerichtig ein Dunkeln der Farbe bewirken. Ganz besonders muß dieses Dunkeln dann eintreten, wenn zugleich die Wärme bei der Oxydation des Extractivstoffs mitwirkt, also bei den gekochten Weinen, und der Malaga erscheint daher wirklich nicht mehr gelb, sondern braun. Wenn vollends die Schalen an der Gährung theilnehmen, wie bei der Bereitung der Liqueurweine, so kommt noch ein anderer Stoff hinzu, die Gerbsäure, welche sich gleichfalls durch Oxydation an der Luft in einen ähnlichen braunen Humusstoff umwandelt. Es ist also derselbe Stoff und dieselbe chemische Umwandlung, welche sowohl die braune Farbe der Madeiraweine, als das schöne Braun des Mahagoniholzes, das Braun unserer Roßkastanien, das Braun des in Eichenfässern versandten Cognac's bewirkt. Je gerbsäurereicher die Weine sind, desto dunkler werden sie daher auch an Farbe. Am schnellsten wird dieses Dunkeln eintreten bei einem geringen Zuckergehalt, da

der Zucker die Umwandlung der Gerbsäure verzögert, — freilich nur verzögert; denn die zugleich an Zucker und Gerbsäure reichsten Weine werden durch die Länge der Zeit gerade die dunkelsten, weil der Zucker in Verbindung mit Gummi die Eigenschaft hat, den wenig löslichen braunen Stoff noch mechanisch vertheilt schwebend zu erhalten. Will man also die Güte eines Weines nach seiner Farbe bemessen, so wird man ganz verschiedene Rücksichten zu nehmen haben. Bei Rheinweinen wird natürlich die hellere goldgelbe Färbung den Vorzug verdienen, da Rheinweine vorzugsweise arm an Gerbsäure sind. Bei Madeira, Malaga, Tokaier wird gerade das Gegentheil eintreten, da die Bräunung durch das Alter und auf Kosten der Gerbsäure geschieht und selbst in den Flaschen sich noch fortsetzt, und da mit dem Verschwinden der Gerbsäure offenbar der Wein an Milde und Lieblichkeit gewinnen muß. Völlig weiße d. h. farblose Weine kann man natürlich nicht herstellen, da Extractivstoffe und Gerbsäure, abgesehen von der Gerbsäure des Holzes der Fässer, keinem Traubensaft fehlen. Möglichst hell erhält man ihn, wenn man von Anfang an die Luft absperrt und den Wein daher wenig lagern läßt, selten überfüllt und schnell in Flaschen verschließt. Bei solchem Weine kann es dann aber geschehen, daß er im Glase diese färbende Verwandlung nachholt, und ich habe es selbst an einem jungen Rheinweine erlebt, daß er in wenig Minuten an der Luft die Farbe des Malaga annahm.

Ein wirklicher Farbstoff ist es, dem das Rebenblut, dem unsre Rothweine ihre Farbe verdanken. Die Färbung bildet sich hier nicht erst während der Gährung, sondern der färbende Stoff ist bereits in der Traube fertig, und zwar in den Schalen; denn der Saft ist auch in blauen Trauben farblos, und es ist bekannt, daß viele weiße Weine, namentlich die Champagnerweine, die echten sowohl wie die falschen, aus dem Safte blauer Trauben erzeugt werden. Der Farbstoff selbst ist von bläulich schwarzer Farbe, in verdünntem Alkohol wenig löslich, am löslichsten bei Anwesenheit von Säuren, die ihn aber wie die meisten blauen Pflanzenfarben roth färben. Die Farbe des Weines muß also zunächst abhängen von der Menge des Farbstoffs, der bei der Gährung von dem sich bildenden Alkohol aus den Schalen ausgezogen wird. Zuckerreichere blaue Trauben geben darum auch einen dunkleren Wein, und junge dunkelfarbige Weine sind im Allgemeinen kräftigere Weine. Dunklere Weine enthalten meist auch ursprünglich mehr Gerbsäure, weil die Aufnahme der Gerbsäure aus den Schalen gleichzeitig mit der des Farbstoffs geschieht. Andrerseits ist aber auch die Farbe des Weins abhängig von dem Gehalt an freien Säuren, namentlich an Weinsteinsäure und Essigsäure, und daraus erklärt sich die große Verschiedenheit in der Farbe des Weins nach dem Alter. Aller rothe Wein besitzt in der ersten Zeit seiner Gährung eine blaue Farbe, die aber schon

durch die Berührung mit den freien Säuren des Traubensaftes in eine blaßrothe übergeht. Das ursprüngliche Blau kehrt indeß zum Theil im Laufe der Gährung wieder, wenn die Alkoholbildung und damit die Auflösung von Farbstoff zunimmt, während es an freier Weinsteinsäure zu mangeln beginnt. Junger Wein erscheint daher immer mehr blau oder violett, als roth. Erst in der Zeit der stillen Gährung tritt die eigentliche Röthung ein. Anfangs wird nämlich von den sich bildenden Niederschlägen von Weinstein, Eiweiß und oxydirter Gerbsäure ein bedeutender Theil des Farbstoffs mit fortgerissen, und der Wein wird heller. Dann tritt die Essigsäurebildung ein, und die Farbe wird röther. Weine also, die außerordentlich arm an Essigsäure sind, wie die Burgunderweine, behaupten ihre dunkle, blaurothe Färbung. In der letzten Altersperiode des Weins tritt oft noch eine andre eigenthümliche Veränderung ein. Sie geht von der Gerbsäure aus, die, wie wir sahen, allmälig durch Oxydation jene merkwürdige Verwandlung in einen humusartigen Stoff erleidet, der zuletzt fast unlöslich sich zu Boden senkt. Dieser Niederschlag reißt den Farbstoff mit sich und entfärbt so den Wein. Bei den an Gerbsäure besonders reichen und darum in ihrer Jugend so dunkelfarbigen Portweinen ist diese Ausscheidung selbst in den Flaschen oft so bedeutend, daß sich förmliche Platten bilden, und alter Portwein verliert darum oft so gänzlich seine rothe Farbe, daß er

kaum von dem dunkelgelben Madeira zu unterscheiden ist, dessen Farbe er durch die theilweise Auflösung jenes humusartigen Stoffes annimmt.

---

6. Der Wohlgeruch des Weines.

Wenn es nur ein Farbstoff und außerdem ein humusartiger Zersetzungsstoff war, woraus die ganze bunte Farbenreihe der Weine vom Wasserhellen zum Dunkelbraun, vom blassen Roth zum Dunkelviolett hervorging, so besteht eine ähnliche Einfachheit der Verhältnisse für die Wohlgerüche des Weines keineswegs. Gleich jenem stillen Weben in der Blüthe der Pflanze, regt sich auch im Weine eine Reihe wunderbar zarter Processe zur Zeit seiner höchsten Entfaltung Lange Zeit war man völlig im Dunkeln über die Ursache dieser geheimnißvollsten und lieblichsten Eigenschaft des Weines, und daß der Chemiker heute noch keine Riechstoffe aus dem Weine abzuscheiden und etwa auf Flaschen zu ziehen vermag, ist aus der einfachen, bereits mitgetheilten Thatsache ersichtlich, daß der am reichsten darin vorkommende Riechstoff doch kaum $^{1}/_{40000}$ der Masse ausmacht. Die Branntweindestillation ist es gewesen, aus welcher der Chemiker seine Kenntniß der wohlriechenden Stoffe des Weins geschöpft hat, und merkwürdiger Weise sind es gerade die übelberüchtigten und übelriechenden Fuselöle, welchen

wir die meiste Aufklärung verdanken. Wir können hier freilich nicht die Geschichte dieser Entdeckungen verfolgen, sondern müssen uns mit ihren Resultaten begnügen.

Es ist bekannt, daß Flaschen, in denen nur einige Tropfen Wein zurückgeblieben sind, noch Wochen lang einen ganz unverkennbaren Geruch behalten. Dieser keineswegs angenehme Geruch rührt von einem Stoffe her, der gleichwohl als der Urquell des eigentlichen Weingeruches, in gewissem Sinne selbst seiner meisten Wohlgerüche zu betrachten ist, von dem sogenannten Oenanthäther oder Weinäther. Diese an sich stinkende ätherische Flüssigkeit ist auch in dem Branntwein enthalten, selbst in dem Kartoffelbranntwein und seinen Fuselölen, und daß eine solche nicht selbst den Wohlgeruch des Weines verbreiten kann, auch wenn sie durch den Alkohol verdünnt ist, bedarf keines Beweises. Aber ich bezeichnete den Oenanthäther auch nur als Quell des Wohlgeruchs; dieser selbst geht von andern, mit dem Oenanthäther eng verbundenen und, wie wir sehen werden, selbst ursächlich zusammenhängenden Stoffen aus, nämlich von Verbindungen von Aether und Fuselölen oder, um mich in der Sprache des Chemikers auszudrücken, von Aethyloxyd, Amyloxyd und Propyloxyd mit mannigfachen Säuren, namentlich Essigsäure, Buttersäure, Capryl- oder Schweißsäure, Capron- oder Käsesäure, Caprin- oder Ziegensäure, Weinsteinsäure, Traubensäure, Aepfelsäure u. s. w. Viele von diesen

Verbindungen lassen sich bereits künstlich darstellen und haben ihres angenehmen Fruchtgeruches wegen längst in der Conditorei und Parfümerie ihre Anwendung gefunden. Aber auch der Weinverfälscher ist hinter der Wissenschaft nicht zurückgeblieben, und man frage nur in den Apotheken, wie viel Essigäther jährlich verkauft wird; denn dieser dient fast allein dazu, geruchlose Weine wohlriechend, höchstens noch Holzessig zu Weinessig zu machen!

Wie kommen nun diese zahlreichen ätherischen Stoffe in den Wein? Ursprünglich sind sie nicht darin vorhanden, denn der Traubensaft hat keinen Geruch. Sie müssen sich also erst allmälig bilden. Hier ist nun der Ort, wo wir der Weinsteinsäure die lange versprochene Gerechtigkeit wiederfahren lassen müssen. Die Weinsteinsäure besitzt nämlich die Eigenschaft, Alkohol sehr schnell in Aether zu verwandeln und sich mit diesem zu Aetherweinsteinsäure zu verbinden. Diese Verbindung selbst ist allerdings noch geruchlos, und wenn sie auch bereits in der ersten Periode der Gährung eintritt, so vermag sie dem Weine doch noch keinen Geruch zu verleihen, sondern ihn höchstens süßer zu machen, indem sie die Menge der freien Säure vermindert. Aber die Aetherweinsteinsäure ist außerordentlich leicht zersetzbar und zerfällt bei Gegenwart von Wasser wieder in Weinsteinsäure und Alkohol. Ist nun eine andere Säure vorhanden, welche diese Zersetzung veranlaßt, so vermag sie nach einem einfachen

chemischen Gesetz an die Stelle der ausscheidenden Weinsteinsäure zu treten und mit dem Aether eine neue Verbindung zu bilden. Die ausgeschiedene Weinsteinsäure wird dann ihren Angriff auf den Alkohol erneuern und wiederum Aetherweinsteinsäure bilden, die abermals zur Zersetzung bereit ist. Kurz, die Weinsteinsäure eröffnet eine unabsehbare Reihe von chemischen Bildungen.

Das erste Produkt dieser Bildungen ist offenbar der Oenanthäther, d. h. eine Verbindung der sogenannten Oenanthsäure mit dem von der Weinsteinsäure verlassenen Aether. Die Zeit dieser Bildung wird durch die Entwickelung des eigenthümlichen Weingeruchs bezeichnet, die zur Zeit der stillen Gährung eintritt. Woher aber rührt nun die Oenanthsäure? Sie gehört bekanntlich zu den fetten Säuren und kann daher entweder aus den vorhandenen Fetten des Weines oder bei der Hefenbildung unmittelbar aus dem Zucker hervorgehen. Es ist ja bekannt, daß Fette aus Zucker entstehen, daß z. B. das Wachs aus Traubenzucker gebildet wird. In dem weißen Reif, der die Trauben bedeckt, haben wir nun wirklich Wachs, und dieselbe Verwandlung, die beim Reifen der Trauben vorgeht, könnte wohl auch in der Hefebildung eintreten. In der That scheint die Firne der alten Rheinweine, die auf einer Verbindung von Wachs mit dem Farbstoff beruht, für einen solchen Vorgang zu sprechen. Lassen wir das aber dahingestellt sein! Sobald sich die

Oenanthsäure gebildet hat, wird sie die Weinsteinsäure verdrängen und sich mit dem Aether vereinigen. Andere Säuren übernehmen bald ihre Rolle und veranlassen nun durch ihre Aetherverbindungen die eigentlichen Wohlgerüche. Zuerst tritt die Essigsäure auf, die theils, wie wir wissen, aus dem Alkohol, theils aber auch, wie Nöllner nachgewiesen hat, aus der Weinsteinsäure, die sich unter gewissen Umständen in Essigsäure und Buttersäure zersetzt, hervorgehen kann. Die Essigsäure zersetzt den Oenanthäther, und die Oenanthsäure wird nun wahrscheinlich die Mutter neuer Fettsäuren, der Buttersäure, der Ziegensäure, Baldriansäure u. s. w., ähnlich wie die Margarinsäure im thierischen Organismus. Abermals werden neue Mengen von Oenanthäther zersetzt, um Butteräther, Ziegenäther, Baldrianäther u. s. w. zu bilden. Dazu kommen dann noch die Amyl- und Propylverbindungen, die aus dem Alkohol oder Zucker zu stammen scheinen.

Wie flüchtig auch unsere Betrachtung dieser wunderbaren Kette von Verwandlungen nur sein konnte, so gehen doch zwei wichtige Thatsachen mit großer Gewißheit daraus hervor. Die eine ist, daß die Anwesenheit freier Weinsteinsäure eine Hauptbedingung für die Entwickelung des Wohlgeruches ist, und die duftreichen Rheinweine bestätigen diese Thatsache vollkräftig. Ein zweites Ergebniß ist, daß der Oenanthäther, obgleich der am reichlichsten im Weine vorkommende Riechstoff, keineswegs die Ursache des Wohl-

geruchs, sondern nur der Urstoff desselben ist, daß der Wohlgeruch vielmehr zunimmt mit dem Verschwinden des Oenanthäthers, d. h. mit seiner Umwandlung in wohlriechende ätherische Verbindungen. Der Oenanthäther, obwohl er den Wein zu Wein macht, kann doch keineswegs einen Maßstab für den Werth des Weines abgeben. In jungen Weinen, in denen er am reichsten vorhanden ist, scheint er sogar ähnliche Wirkungen auszuüben, wie die Fuselöle in den Branntweinen, d. h. ein zu Kopfe Steigen des Weines und eine Unbehaglichkeit nach reichlichem Genusse desselben zu bewirken. Mindestens verdirbt und verdeckt er das Bouquet des Weines, auch wenn es bereits vorhanden. Denn eine große Zahl von ätherischen Oelen kann bereits vorgebildet aus den Trauben in den Wein übergehen. Wir dürfen nur an die gewürzreichen Muskatellertrauben denken und an das ähnliche Arom, das manche südliche Traube, ähnlich den Blumen und Früchten des Südens, aushaucht. Wie außerordentlich gering die Mengen solcher ätherischen Oele im Weine sind, wird Jedem klar sein, der da weiß, daß erst 6000 Gramme unserer aromatischen Himbeeren bei der Destillation 1 Gramm ätherischen Oels geben. So geringe Mengen können sehr leicht von dem stinkenden Oenanthäther unterdrückt werden. Wir können hierbei an noch andere Erfahrungen denken. Es ist in der Parfümerie bekannt, daß frisch destillirte Wasser niemals sogleich ihren angenehmen Geruch besitzen, daß

sie ihn vielmehr erst nach längerer Zeit erhalten. Es ist ferner bekannt, daß, wenn dem Portwein, wie es gewöhnlich geschieht, Branntwein zugesetzt wird, der Branntweingeruch oft erst nach 3 Jahren völlig verschwindet. Diese Veränderungen beruhen keineswegs auf Neubildung von Stoffen, sondern lediglich auf der Zersetzung überwiegend vorherrschender Riechstoffe oder auch auf der Verbindung der vorhandenen mit einem Stoffe, der ihren Geruch erst angenehm macht. Dieses Freiwerden eigenthümlicher Gerüche durch allmälige Zersetzungen ist es ja, welches auch die Unterschiede von Rum, Arac, Cognac u. s. w. bedingt, die doch alle aus Zucker oder in Zucker umgewandeltem Stärkemehl bereitet werden Solche Seitenblicke sind nun für die Weinfabrikation keineswegs ohne Bedeutung geblieben, und man hat sie benutzt, um durch Zusatz von wohlriechenden Pflanzentheilen zum Most dem Weine ätherische Oele zuzuführen, die man ihm nicht zutraute. Rosenblätter, Lindenblätter, Fliederblumen, Veilchenwurzel oder die Wurzel der florentinischen Schwertlilie, Quittenschalen, Weinblüthen, die Blätter der Muskateller-Salbei (Salvia sclarea), auch wohl die durch Gährung aus manchen Pflanzen, namentlich aus dem Tausendgüldenkraut erhaltenen sogenannten Fermentöle sind sehr gebräuchliche Mittel, durch welche man den Wohlgeruch des Weines zu erhöhen sucht. Diese Mittel aber gehören bereits in das Gebiet der Verfälschungen.

7. Die Weinverfälschung.

Wer einmal durch die unabsehbaren Weingefilde der Pfalz und des Rheingaus wanderte, oder wer gar an den Ufern der Garonne oder Marne, oder an den hügeligen Abhängen der Cevennen verweilte, und wer dann überdies noch in statistischen Handbüchern liest, daß Europa jährlich mehr als 120 Millionen Eimer Wein erzeugt, von denen auf Frankreich allein 67½, auf Oesterreich 38½, auf das gesammte übrige Deutschland freilich nur 2½ Mill. Eimer kommen, der mag wohl versucht sein, staunend auszurufen: wo bleibt diese ungeheure Fluth? Aber der durstigen Kehlen, welche diese Frage beantworten, gibt es sogar weit mehr, als diese Fluth, mit der doch ein Flächenraum von einer Quadratmeile einen halben Fuß hoch überschwemmt werden könnte, zu befriedigen vermag. Der Rebensaft erobert von Jahr zu Jahr mehr Länder und mehr Kehlen, während der Weinrebe der Boden alljährlich geschmälert wird. Das Bedürfniß wächst mit der Kultur, aber die Natur kümmert sich um das Bedürfniß nicht. Rücksichtslos sendet sie Regen über die wein=, nicht wasserdurstigen Länder, schlägt sie mit Krankheiten den Rebstock, von dem Millionen ihr Heil erwarten. Auf ein Jahrhundert kommen erfahrungsmäßig nicht mehr als 8 bis 9 gute, 21 bis 22 mittelmäßige, aber 35 schlechte Weinjahre. So dürfte sich also die Frage umkehren: Woher kommt der Wein,

wenn die Natur ihn versagt? Zur Unterstützung dieser Frage möchte ich nur eine Thatsache anführen. In Portugal wurden in den Jahren 1855 und 1856 gegen 40 Proc. Portwein weniger producirt als sonst; dennoch wurden über 30 Proc. mehr ausgeführt als sonst. Dazu kommt, daß in England in denselben Jahren über 50 Proc. Portwein mehr getrunken als eingeführt wurde. Wie ist das möglich, wie kann man mehr ausführen als produciren, mehr trinken als einführen? Sind das nicht Wunder über Wunder? Nun, mit rechten Dingen ist es allerdings dabei nicht zugegangen. Was die Natur versagte, hat eben die Kunst erzeugt.

Die Kunst, aus wenig saurem Traubensaft süßen Wein zu machen, ja Wasser in Wein zu verwandeln, ist eine Kunst der Gegenwart, aber eine sehr verbreitete, fleißig geübte und einträgliche. In England, dem Vaterlande aller Industrien, also auch dieser, gibt es tapfere Weintrinker, die noch nie einen Tropfen wirklichen Portweins oder Madeiraweins über die Zunge gebracht haben. Dort versteht man es namentlich aus Kapweinen, deren Zuckergehalt gestattet, sie mit Wasser verdünnt durch Hefe in neue Gährung zu versetzen, durch allerlei Zusätze von Farb- und Riechstoffen je nach Belieben weiße und rothe, französische, spanische und portugiesische Weine zu fabriciren. Dort gibt es wahre Weinbrauereien, in denen man nicht etwa blos aus Rosinen und Korinthen, sondern auch aus Him-

beeren, Pflaumen, Runkelrüben, ja selbst aus Bier Weine aller Länder und Namen braut.

Wie die Sonne über Gute und Böse scheint, so leistet auch die Wissenschaft dem Betrüger, wie dem ehrlichen Manne gleich bereitwillig ihre Dienste. Es ist eine bekannte Sache, daß mit der Entwicklung der chemischen Wissenschaft auch die Kunst der Verfälschungen fortschreitet. Es hilft dem Chemiker gar nichts mehr, Mittel zur Entdeckung von Verfälschungen zu ersinnen; denn jedes neue Erkennungsmittel gibt auch ein neues Verfälschungsmittel an die Hand. Wir haben noch lange nicht einmal den Höhepunkt erreicht. Wenn man erst einmal genauer mit den im Weine vorkommenden Aethyl- und Amyloxyd-Verbindungen bekannt sein wird, und wenn es einmal gelingen sollte, wie es doch bereits auf den Gebieten der Parfümerie und Conditorei zum Theil schon gelungen ist, dieselben aus Theer, Koth und wer weiß, was Allem, künstlich darzustellen, dann steht uns noch eine andere Zukunft bevor. Dann kann es geschehen, daß man uns einmal einen Wein vorsetzt, bei dessen Taufe kein Gott Bacchus Gevatter gewesen, sondern der im chemischen Laboratorium aus Wasser, Spiritus, Zucker, cremor tartari und künstlichen ätherischen Oelen zusammengebraut wurde.

Im Angesicht dieser Zukunft und im Hinblick auf die wenigstens auf deutschem Boden noch existirenden ehrlichen Weinproducenten, wollen wir nicht zu

streng bei unserer Aufstellung des Begriffs der Weinverfälschung verfahren. Wollen wir nicht jeden Weinhändler sofort der Fälschung anklagen, so müssen wir zunächst mit der sogenannten Weinverschneidung eine Ausnahme machen und wir können es, so lange sie in nichts Anderem besteht, als in der Vermischung mehrerer, an Stärke und Wohlgeruch verschiedener Weinsorten von gleichen oder benachbarten Standorten. Der Weinhändler bedarf eines solchen Mittels, um den Geschmack seiner Abnehmer zu befriedigen, der einmal veränderlich wie die Mode und leider mehr durch Launen, als durch chemische Gesetze bestimmt ist. Er bedarf dieses Mittels überdies, um die oft sehr großen Verschiedenheiten auszugleichen, welche Witterungs- und Bodeneinflüsse in den Weinen desselben Erzeugungsortes in verschiedenen Jahren oder an verschiedenartigen Standorten bewirken. Keine einzige Weinsorte ist von Jahr zu Jahr dieselbe; sie ist bald kräftiger und süßer, bald wohlriechender, bald schwächer. Der Weintrinker verlangt aber dennoch eine gewisse Stetigkeit in den ihm bekannten Weinsorten. Zum Betruge wird die Weinverschneidung erst, wenn man den Namen ändert, wenn man verschnittene Naumburger Weine als Bordeauxweine, verschnittene Grüneberger als Moselweine, verschnittene Haardtweine als Rheinweine verkauft. Strenger müssen wir noch gegen solche Verfälschungen sein, die auf irgend einem Zusatz fremdartiger Stoffe beruhen, sei es nun von Zucker, um schlechte Weine süßer und

alkoholreicher zu machen, sei es von Branntwein, wie es beim Portwein ganz gewöhnlich ist, sei es von Wasser, um die Säuren des Weines zu vermindern. In dieser Beziehung grassirte vor einigen Jahren, namentlich an der Mosel, in Baden und der Schweiz, eine Verfälschung, die unter dem Namen der Gallisirung bekannt ist. Sie besteht wesentlich in einer Entsäuerung des Traubensaftes durch Streckung mit Wasser und in einem Zusatz von Traubenzucker, der durch seine Gährung den fehlenden Alkohol wieder ersetzen soll. Daß durch die Gall'sche Methode aus schlechtem Traubensaft ein genießbares Getränk bereitet wird, das manchem sauren Naturweine vorzuziehen sein dürfte, ist unbestreitbar; daß aber gallisirter Wein wirklich Wein sei, kann doch nicht zugegeben werden. Ich denke im Laufe der früheren Darstellung ziemlich deutlich auseinander gesetzt zu haben, daß der Wein nicht blos aus Wasser, Alkohol und Säuren besteht, und daß die unorganischen und ätherischen Bestandtheile sehr wesentliche sind. Wenn also auch zwischen einzelnen Bestandtheilen durch die Gallisirung ein richtiges Verhältniß hergestellt wird, so sind doch bei der Verdünnung auch alle anderen Stoffe des Weines betheiligt, und es muß, um nur eins zu erwähnen, namentlich der Oenanthäther, der in schlechten Weinen an sich schon kärglich genug vorhanden ist, auf ein solches Minimum reducirt sein, daß an eine Entwicklung von Wohlgerüchen nicht leicht zu denken ist.

Minder bedenkich ist die Anwendung jener bereits erwähnten Mittel, durch welche man eine Klärung, zum Theil auch eine Entsäuerung des Weines, oder auch eine Erhöhung seiner Dauerbarkeit beabsichtigt, also der Zusatz von Eiweiß, Fischleim, Kreide= oder Marmorpulver, Gyps, Thon, Gerbsäure oder Milch. Alle diese Stoffe werden wieder vollkommen niedergeschlagen und ausgeschieden. Eine wirkliche Fälschung findet nur dann statt, wenn man umgeschlagenen, also bereits in der Essigbildung begriffenen Wein durch Kreide oder kohlensaure Alkalien zu entsäuern sucht, da in diesem Falle nicht allein der Geschmack und die Farbe des Weins leidet, sondern auch die Alkalien oder der Kalk mit Essigsäure verbunden im Weine gelöst zurückbleiben. Ebenso ist es eine Fälschung, wenn man, wie es oft bei rothen französischen Weinen geschieht, zur Erhöhung der Farbe Alaun oder gar Schwefelsäure zusetzt, einmal, weil man eine wirkliche Täuschung beabsichtigt, dann aber auch wegen des dem Weine durchaus nicht zusagenden großen Schwefelsäuregehalts, den man ihm ertheilt.

Zu den allerverbreitesten Weinverfälschungen gehören die in Betreff der Farbe und des Geruchs. Man macht rothen Wein aus weißem, dunkleren aus hellerem, und gibt dem durch Verderben entfärbten seine Farbe wieder. Man färbt mit Campecheholz und Brasilienholz, mit Hollunderbeeren, Kornelkirschen, Lackmus, mit Heidelbeeren, Malvenblüthen und rothen Rüben.

Man gibt dem Weine Wohlgeruch durch Essigäther und Salpeteräther und wird zuversichtlich noch eine Menge von Aetherarten erfinden, um Wein zu machen, wie man heute Liqueure macht.

Daß übrigens auch jetzt schon Wein ohne Hülfe von Traubensaft gemacht wird, ist eine Thatsache. Daß man aus Rosinen Wein macht, indem man sie mit Regenwasser aufweicht und, jenachdem man weißen oder rothen Wein will, durch weiße oder rothe Weinhefe zur Gährung bringt, könnte man sich noch gefallen lassen; denn Rosinen sind wenigstens getrocknete Weinbeeren. Daß diese Weinbrauerei in sehr großem Maßstabe stattfindet, ist auch begreiflich, da es für die Chemiker unmöglich, für die Zunge sehr schwierig ist, Rosinenwein von natürlichem zu unterscheiden. Aber man macht auch aus Aepfeln und Birnen Wein, dem man erst Weinstein zusetzen muß, um ihm wenigstens die Hauptbestandtheile des Weins zu geben. Man macht selbst aus Kartoffelsyrup Wein, indem man ihn mit Wein- oder Bierhefe, auch wohl mit ausgepreßten Johannisbeeren, Kirschen oder andern Früchten gähren läßt und ihm dann durch allerlei Beimischungen von Weinsteinsäure, Essigäther u. s. w. den Geschmack und Geruch irgend einer bestimmten Weinsorte zu geben sucht.

Das Schlimmste diesen zahlreichen Weinverfälschungen gegenüber ist, daß die Chemie, die doch sonst, wo sie durch ihre Entdeckungen Unheil stiftet, stets so bereit ist, auch Schutz dagegen zu gewähren, hier noch

kein sicheres Erkennungsmittel für solche Betrügereien aufzufinden vermocht hat. Für die Echtheit der Farbe gibt es nicht einen einzigen untrüglichen Beweis. Ueber einen stattgehabten Zuckerzusatz verweigert die Chemie jede Auskunft, da für sie der Alkoholgehalt ganz derselbe bleibt, ob er aus Traubensaft, aus Zucker oder Branntwein hervorging. Allerdings kann sie die Verfälschung mit Aepfelwein aus der Anwesenheit von Citronensäure darthun. Sie kann auch aus einem gewissen Essigsäuregehalt auf eine künstliche Entsäurung verdorbenen Weines schließen. Aber in den meisten Fällen bleibt sie rathlos. Das einzige Mittel ist noch eine Vergleichung des verdächtigen Weines mit einem echten in Betreff der nichtflüchtigen, namentlich der unorganischen Bestandtheile. Denn hierin scheinen noch die Weine von bestimmten Erzeugungsorten die größte Stetigkeit und Eigenthümlichkeit zu behaupten. Aber auch dies Mittel ist natürlich nur anwendbar in der Hand eines sehr erfahrenen und geübten Chemikers.

So habe ich denn gezeigt, daß der Wein nicht blos von physischen, sondern auch von moralischen Krankheiten heimgesucht wird. Nur von dem gesunden Weine gilt jenes Wort der Alten, das ihn als „die Milch der Greise“ bezeichnet. Nur der gesunde Wein ist ein Quell der Gesundheit, ist jener Nektar, aus dem die Götter der Griechen Unsterblichkeit und ewige Jugend tranken. Er ist der Trank der Vergessenheit, aber auch der Begeisterung, der Trank des Frohsinns

und des Trostes. Er wird freilich auch zum Gifttrank und zum Quell des Verderbens, wenn die Leidenschaft daraus trinkt. Denn das Edelste bleibt nur edel, wenn es edel genossen wird, und der Gemeine besudelt im Genusse das Edelste!

„Aus dem Feuerquell des Weines,
Aus dem Zaubergrund des Bechers
Sprudelt Gift und — süße Labung,
Sprudelt Schönes und — Gemeines:
Nach dem eignen Werth des Zechers,
Nach des Trinkenden Begabung!“

So singt der persische Dichter Mirza Schaffy, und er setzt hinzu:

„Denn es gleicht der Wein dem Regen,
Der im Schmutze selbst zu Schmutz wird —
Doch auf gutem Acker Segen
Bringt und Jedermann zu Nutz' wird!“

Sechstes Kapitel.

Fäulniß und Verwesung.

„Das Leben ist nur ein Gang zum Tode!“ Diese Worte schrieb wenige Tage vor seinem Tode Alexander von Humboldt in das Album eines Künstlers. Der müde Greis hat ein körperliches Gefühl für diese schmerzliche Wahrheit; in der Blüthe des

Lebens ahnen wir sie nicht, und doch tritt sie mit dem ersten Athemzuge des Säuglings in Kraft. Alle Lebensentwickelung, alle Bildung ist von steter Rückbildung begleitet. Freilich wer ahnt unter duftenden Blüthen den Tod! Und doch, wenn wir uns an dem balsamischen Geruch unsrer Blumenbeete laben, athmen wir Produkte des Todes, wahre Auswurfsstoffe der Pflanzen ein. Wenn wir in Würzen einen Reiz für unsern Gaumen, in Arzneistoffen Heilung für unsern kranken Körper, in Thee und Kaffee Erquickung für unsere abgespannten Nerven suchen, da ergötzen wir uns an dem, was durch das Leben der Pflanzen zu Grunde gegangen ist. Und gerade da, wo in der Pflanze der Gipfel des Lebens liegt, in Keim und Blüthe, gerade in den Theilen, an welche die höchste Leistung des Pflanzenlebens, die Fortpflanzung der Gattung geknüpft ist, erreicht auch die Bewegung des Stoffes, die Rückbildung, die Verbrennung ihre höchste Geschwindigkeit. Wie kann es nun im thierischen, im menschlichen Körper anders sein? Wechsel von Stoff und Form in den einzelnen Theilen unter Beibehaltung der allgemeinen Gestalt ist das Geheimniß auch unseres Lebens, ja das Maß unseres Lebens. Der Sauerstoff, den wir einathmen, gelangt durch die Haargefäße der Lungen in das Blut und mit dem Blut in das Herz und aus dem Herzen in alle Gewebe unseres Körpers. Wo Sauerstoff ist, da ist auch Verbrennung. Die farblosen Blutkörperchen, die in diesem Augenblick un-

sern Körper durcheilen, sind durch den Einfluß des Sauerstoffs in wenigen Stunden in farbige verwandelt, in wenigen Wochen aufgelöst. Das Blut gibt beständig seine Bestandtheile als Gewebebilder an die Organe des Körpers ab; diese Organe zerfallen durch die Thätigkeit der Gewebe in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser; diese Auswurfsstoffe eilen durch die Blutbahn fort, den Lungen und Nieren, der Haut und dem Mastdarm zu, sie werden ausgestoßen. Blut und Gewebe verarmen, die Nahrung ersetzt ihre Verluste. Aber es tritt eine Zeit ein, wo dieser Ersatz nicht mehr stattfindet, wo das Gleichgewicht zwischen Bildung und Rückbildung gestört ist. Der Augapfel tritt zurück, die Hornhaut verflacht sich und verliert ihren Glanz. Die Haut schrumpft ein, weil das Fett schwindet; die Muskeln verlieren ihre Spannkraft, die Knochen und Gefäße verkalken. Der Greis fühlt es, daß es ein Gang zum Tode ist, den wir Leben nennen.

Aber der Tod ist auch ein Weg zum Leben! Wie schön hat das der jugendliche Humboldt in seinem „rhodischen Genius" angedeutet! Der Tod ist der Zauberspruch, der die Fesseln der Stoffe löst; der Tag des Todes wird ihnen ein bräutlicher Tag. Wir vergessen über dem Schmerze des Todes das Leben, das aus dem Tode erblüht. Freilich, kann all dies Leben das eine ersetzen, das uns geraubt, kann alle diese Bewegung des Stoffes uns über den Stillstand jener einen geistigen trösten? Aber liegt auch nicht Trost

in diesem Leben nach dem Tode, so tritt uns doch ein ewiges Gesetz darin entgegen, vor dem wir uns in Ehrfurcht beugen müssen, daß die Gegenwart nur eine Grundlage für die Zukunft ist, daß das Einzelne nur dann nicht vergeht, wenn es für das Ganze und die Ewigkeit gewirkt hat!

Mit Abscheu und Widerwillen erfüllen uns jene Processe, welche den thierischen und pflanzlichen Leib nach dem Tode zerstören. Wir fliehen die Stätten der Verwesung und Fäulniß. Und doch sind diese Processe nur eine Fortsetzung jener, durch welche das Leben bestand, doch ist die Rückbildung nach dem Tode keine minder gesetzliche und regelmäßige Entwickelung, als die Rückbildung im lebenden Organismus. Nur durch andere Stufen eilt der Stoff seinem Untergang zu. Es gibt Völker, bei denen die Berührung einer Leiche als Befleckung gilt, und es hat selbst im civilisirten Europa eine Zeit gegeben, wo die Beschäftigung mit todten thierischen Körpern für ein ehrloses Gewerbe galt und von der menschlichen Gesellschaft ausschloß. Selbst die Wissenschaft hat es erst spät gewagt, diesen Abscheu zu überwinden. Seitdem ist die Wissenschaft des Todes zu einer Wissenschaft des Lebens geworden. Das Messer des Anatomen hat in den todten Gebilden den Gesetzen des organischen Baues nachgeforscht, und in den Processen der Fäulniß und Verwesung hat man Aufschlüsse für die Processe des Lebens gefunden. In den Trümmern des verfallenden

Organismus hat man die Elemente sich neu aufbauenden Lebens erkannt und gelernt, aus Gräbern Lebendiges zu nähren. So ist die Wissenschaft des Todes jetzt im doppelten Sinne eine Wissenschaft des Lebens.

Ein tiefes, geistiges Interesse knüpft sich an die verhängnißvollen Worte: Fäulniß und Verwesung, und das ist eben das höchste Verdienst der Wissenschaft, daß sie dem Gemeinsten und Verachtetsten den Stempel ihres Geistes aufzudrücken vermag. Und doch thut sie nicht mehr noch minder, als daß sie das Natürliche darin zeigt; aber das Natürliche adelt, wenn es das Gemeine zum Allgemeinen und das Willenlose zum Gesetz erhebt.

Um dieses Interesses willen sei es gestattet, auch zu unsern Lesern von jenen Processen zu sprechen, die wir als Fäulniß und Verwesung zu bezeichnen pflegten, ihr Wesen, ihre Bedingungen, ihre Produkte ihnen darzulegen.

Ein Stoff ist es, der als eine gewaltige Macht überall in dem Reiche des Lebens eingreift, bald aufbauend, bald zerstörend, der Sauerstoff. In der Pflanze ist es das Ausscheiden des Sauerstoffs aus seinen ursprünglichen Verbindungen, woran sich die bildende Kraft des Lebens knüpft; wo er Verbindungen schließt, ist hier Rückbildung, organischer Verfall. Unter steter Verarmung an Sauerstoff gehen aus dem Eiweiß Legumin und Pflanzenleim hervor, verwandelt sich das Gummi in Stärkemehl und Zellstoff. Neue Verluste an Sauer-

12 *

stoff treten ein, und aus dem Zellstoff bilden sich Holzstoff und Kork, aus dem Stärkmehl Fett und Wachs. Ganz anders ist es im thierischen Leben. Hier ist alle Entwickelung, alle Bildung an eine Aufnahme von Sauerstoff, eine Verbrennung geknüpft. Das Eiweiß des Blutes verwandelt sich unter fortschreitender Aufnahme von Sauerstoff in den Faserstoff der Muskeln, in die leimgebende Grundlage der Knochen und Knorpeln, in den Stoff der Haut und Haare. So verschieden demnach Pflanze und Thier sich in ihren Bildungsprocessen äußern, so kommen sie doch in einem Punkte zusammen. Ein Uebermaß der Sauerstoffaufnahme führt in beiden zum Verfall, im Leben wie im Tode. Was wir Verwesung nennen, ist nichts, als die nach dem Leben fortgesetzte, gesteigerte Sauerstoffaufnahme, eine langsame Verbrennung der organischen Stoffe. Selbst die eigentliche Fäulniß, die in einer bloßen freiwilligen Zersetzung der organischen Stoffe besteht, deren Grundstoffe sich zu neuen Verbindungen mischen, ist durch eine gewisse Einwirkung des Sauerstoffs bedingt. Sie schreitet fort auch in Abwesenheit des Sauerstoffs, aber sie wird durch seinen Zutritt eingeleitet.

Ich habe hier zwischen Verwesung und Fäulniß unterschieden, wie es im gewöhnlichen Sprachgebrauch nicht zu geschehen pflegt, wie es aber im chemischen Sinne nothwendig ist. Der Proceß der Fäulniß ist der eigentlich zerstörende, der alles Andere mit sich in

den Verfall hineinreißt. Nicht alle thierischen und pflanzlichen Stoffe sind der Fäulniß fähig, aber gerade die sind es, an welche sich die bildende Thätigkeit des Lebens vorzugsweise knüpft. Es ist eine eigenthümliche ansteckende Kraft, welche in diesen Stoffen thätig ist. Es ist, als ob die Bewegung ihrer kleinsten Theilchen sich unaufhaltsam auf die ganze Umgebung fortpflanze, wie wenig auch diese sonst, namentlich zu einer Verbindung mit Sauerstoff geneigt ist. Wir bezeichnen gewöhnlich diese durch Ansteckung in Fäulniß befindlicher Körper hervorgerufene Bewegung und Zersetzung organischer Stoffe als Gährung. Sie spielt eine wichtige Rolle im Verfall der Organismen und geht, wenn Sauerstoff hinzutritt, sofort in eine wirkliche Verbrennung, in eine Verwesung über.

Je höher die Mischung, je verwickelter die Zusammensetzung eines Stoffes ist, desto leichter scheint sein inneres Gleichgewicht gestört zu werden, desto leichter geräth er in Bewegung. Darum sind es vorzugsweise die sogenannten Eiweißstoffe, die bekanntlich sich durch ihren Stickstoffgehalt vor allen andern organischen Stoffen auszeichnen, welche sowohl im Leben als im Tode, das eine Mal in fruchtbarer, das andere in zerstörender Weise, die Bewegung einleiten. Die Eiweißstoffe sind die eigentlichen fäulnißfähigen Stoffe. Der Eintritt ihrer Zersetzung ist allerdings an gewisse Bedingungen geknüpft. Gegenwart von Wasser, wenigstens vorübergehende Berührung mit Sauer-

stoff und eine Temperatur von 20 bis 30° C. oder mindestens innerhalb der Grenzen des Sied- und Gefrierpunktes, sind unerläßliche Bedingungen für die Fäulniß.

Zwei stickstoffhaltige Körper sind es zunächst, welche aus der Fäulniß aller eiweißartigen Stoffe hervorgehen, der eine zuerst in faulendem Käse beobachtet und darum Käseweiß oder Leucin genannt, aber auch aus Horn und selbst leimgebenden Gebilden sich erzeugend, der andere, Hornglanz oder Tyrosin, hauptsächlich aus Horn, aber auch aus Eiweiß und Knorpelleim sich bildend. Beide Stoffe unterscheiden sich von den Eiweißkörpern durch reicheren Gehalt an Sauerstoff. Außer ihnen geht noch ein dritter, noch sauerstoffreicherer Körper aus der Fäulniß der leimgebenden Gebilde hervor, der Leimzucker. Neben diesen drei Stoffen bildet sich aber stets gleichzeitig und fortschreitend mit den Stufen des Verfalls auch Ammoniak, das den größten Theil des Stickstoffs der thierischen und pflanzlichen organischen Stoffe enthält.

Aber außer dem Stickstoff enthalten die Eiweißkörper noch zwei andere wesentliche Grundstoffe, Kohlenstoff und Wasserstoff. Wir finden sie im Processe der Fäulniß wieder in Gestalt eigenthümlicher Säuren, die eine auffallende Aehnlichkeit mit den bekannten Fettsäuren zeigen, sich vor diesen aber durch ihre Flüchtigkeit und ihren Sauerstoffreichthum auszeichnen. Es

sind die schon durch ihren meist widerwärtigen oder stechenden Geruch ihre Anwesenheit verrathenden Säuren, die der Chemiker als Ziegensäure (Caprinsäure) und Schweißsäure (Caprylsäure), Käsesäure (Capronsäure) und Baldriansäure, Buttersäure und Butteressigsäure (Propionsäure), Essigsäure und Ameisensäure bezeichnet. Sie sind es, die den Uebergang zu dem letzten Verfall dieser organischen Körper bilden, ihre letzte Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser einleiten.

Aber es sind noch andere Elemente, welche wesentlich an der Zusammensetzung der Eiweißkörper theilnehmen, Schwefel und Phosphor. Auch sie werden in den allgemeinen Verfall mit fortgerissen. Der Schwefel verbindet sich mit dem Ammoniak, und der Schwefelwasserstoff, den die Säuren der Fäulniß aus diesem Schwefelammonium austreiben, ist es, welcher wesentlich den übeln Geruch der faulenden Stoffe bedingt. In gleicher Weise entwickelt sich Phosphorwasserstoff bei der Fäulniß der Eiweißstoffe, besonders der Haare. Bei reichlichem Sauerstoffzutritt erleiden Phosphor und Schwefel sogar eine wirkliche Verbrennung zu Phosphor- und Schwefelsäure; die eine dieser Säuren tritt an Ammoniak, die andere an Kali gebunden auf. So sind die letzten Produkte der Fäulniß, die letzten Trümmer der verfallenden Eiweißkörper und Horngebilde, Fasern und leimgebenden Gewebe Ammoniak: und Wasser, Stickstoff und Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure.

Als eigentliche Fäulniß bezeichnete ich diesen Verfall, denn die freiwillige Zersetzung der Stoffe ist es, die ihn einleitet; die Verbrennung tritt erst dazu, die Verwesung ist erst die Fortsetzung und Vollendung dieser Fäulniß. Anders ist es mit den Gebilden, welche neben den Eiweißstoffen den organischen Bau bilden, den Fetten und Fettbildnern. Auch sie zerfallen, aber nicht durch eigne Kraft, sondern erst angeregt durch den Verfall der Eiweißstoffe. Ihr Loos ist im eigentlichen Sinne die Verwesung.

Auch die Fette und Fettbildner des thierischen Leibes, auch das Stärkemehl und der Zucker, der Zellstoff und Holzstoff der Pflanze, auch sie werden zerstört, auch ihrer bemächtigt sich der Sauerstoff und führt sie allmälig durch eine Reihe von Wandlungen in Kohlensäure und Wasser über. Aber dieser eigentlichen Verbrennung oder Verwesung geht ein innerer Verfall voraus, und dieser ist es, von welchem die Anwesenheit der faulenden Eiweißstoffe allein die Schuld trägt. So sind bekanntlich alle natürlichen Fette salzähnliche Verbindungen von fetten Säuren mit Glycerin oder Oelsüß. Diese Verbindungen werden unter der Einwirkung der Fäulniß aufgehoben, und die fetten Säuren scheiden sich zum Theil in fester Gestalt aus. Das bekannte Leichenwachs besteht aus Salzen der Talg- oder Stearinsäure und der Perlmutterfett- oder Margarinsäure, die sich von dem Oelsüß getrennt haben, das nun selbst durch

Gährung in Butteressigsäure und Wasser übergegangen ist. Die Produkte dieses Verfalls verbinden sich aber keineswegs mit den Produkten der Fäulniß der Eiweißstoffe; sie haben nur den Anstoß ihrer inneren Bewegung von diesen erhalten, schreiten aber nun selbständig auf der Bahn der Verwandlungen ihrem Untergange entgegen.

Die flüchtigen Fettsäuren, welche aus dem Verfall der Fette hervorgehen, sind den Lesern längst durch Geruch und Geschmack bekannt. Wer hätte sich nicht schon an den Erzeugnissen der Verwesung im Käse gelabt! Ziegensäure, Schweißsäure, Käsesäure, Baldriansäure und Buttersäure sind es, in welche der Oelstoff und das Perlmutterfett des Käses sich nacheinander und unter fortschreitender Aufnahme von Sauerstoff verwandeln, und denen der Käse seinen eigenthümlichen Geschmack verdankt, freilich dieselben Säuren zum Theil, die wir in ranziger Butter und verdorbenem Gänse- oder Schweinefett so widerwärtig finden. Die Schlußglieder in dieser Reihe von Verwandlungen bilden Essigsäure und Ameisensäure; ihr Zerfallen in Kohlensäure und Wasser bezeichnet das Ende der Verwesung. Durch eine ganz ähnliche Reihe von Verwandlungen schreitet die Verwesung der Fettbildner fort; nur sind es hier statt der Fettsäuren die Säuren der Dammerde, welche die Stufen bilden. Torfsäure oder Ulminsäure, Dammsäure oder Huminsäure, Erdsäure oder Geinsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure,

das sind die Säuren, wie sie nacheinander und beständig an Sauerstoff zunehmend aus der Verwesung von Stärkemehl, Zucker, Zellstoff und Holzstoff hervorgehen. An Ammoniak gebunden, sind sie die wichtigste Grundlage für die Entwickelung der Vegetation aus dem Boden. An der Luft gehen auch sie in die letzten Produkte aller Verwesung, in Kohlensäure und Wasser über. Bei Verhinderung des Luftzutritts, wie es in Sümpfen durch die Wasserbedeckung der Fall ist, vermag zwar diese letzte Stufe der Verwesung nicht einzutreten; an ihre Stelle tritt eine Vermoderung, die sich von der Verwesung durch die Bildung eines Kohlenwasserstoffgases, des Sumpfgases, unterscheidet. Aber auch dieses Sumpfgas vermag sich am Ende der Einwirkung des Sauerstoffs nicht zu entziehen, und Kohlensäure und Wasser sind wieder die letzten Erzeugnisse des Verfalls.

Das ist der Verfall des organischen Leibes, den wir Fäulniß, Verwesung nennen. Aber das Grab ist nicht allein die Stätte dieses Verfalls; selbst mitten im Leben begegnet der Forscher seinen Erzeugnissen; der athmende, wandelnde Leib birgt den Tod und seine zerstörenden Thaten. Ich meine nicht jene allgemeinen Rückbildungsstoffe, die nothwendig durch die Thätigkeit des Lebens erzeugt und auf besonderen Wegen aus dem Körper ausgeschieden werden. Ich meine wirklich jene Erzeugnisse der Fäulniß und Verwesung, die selbst der Chemiker lange den Gräbern eigenthüm-

lich wähnte. Das Fäulnißprodukt der eiweißartigen Körper, das Leucin, ist neuerlich in der Milz- und Schilddrüse, in den Speichel- und Bauchspeicheldrüsen, in kranken Lebern und im kranken Gehirn, selbst in gesunden Lungen und Lymphdrüsen aufgefunden worden. Das Tyrosin, ein noch weiter vorgeschrittenes Zersetzungsprodukt des Eiweißes, ist gleichfalls in Milz, Bauchspeicheldrüse und kranken Lebern nachgewiesen. Ammoniaksalze, die doch als letztes Endziel der Verwesung stickstoffhaltiger organischer Bestandtheile gelten müssen, sind in Kalbsbröschen, ja in der Netzhaut des Auges gefunden worden. Ebensowenig hat es an einem Nachweis der Mittelstufen der Verwesung der Fette und Fettbildner gefehlt. Die Milchsäure ist ein regelmäßiger Bestandtheil des Muskelfleisches und kommt im Gehirn, in der Leber und Bauchspeicheldrüse, in der Milz und Schilddrüse vor. Buttersäure, Essigsäure und Ameisensäure scheinen stets im Fleische vorhanden zu sein. Essigsäure tritt in der Milz, Kleesäure im Schleim auf. Auf eines der wichtigsten und auffallendsten Vorkommnisse von Produkten der Fäulniß in lebenden Körpern hat Frerichs aufmerksam gemacht. Es ist bekannt, daß bei jener gefährlichen Nierenkrankheit, die mit dem Namen der Bright'schen bezeichnet wird, eine Vergiftung des Blutes eintritt, welche meist den Tod herbeiführt. Diese Vergiftung nun ist in einer Gährung begründet, welche der Harnstoff im Blute erleidet, und welche denselben

in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, gerade wie es sonst außerhalb des Körpers geschieht. Die Menge des im Blute sich anhäufenden kohlensauren Ammoniaks ist dabei so groß, daß es durch die Athmung in die Luft übergeht und die Umgebung des Kranken verpestet.

Also mitten im Leben beginnt der Tod sein Werk. Aber ist der Organismus erlegen, dann beginnt auch schon das Werk neuen Aufbaues. Je weiter der Verfall vorschreitet, desto entschiedener treten in seinen Erzeugnissen die chemischen Gegensätze hervor. Was im Leben nur durch zarte, leicht wechselnde Verwandtschaften verknüpft war, das wird jetzt durch die stärksten Mächte des chemischen Lebens, die wir als Säuren und Basen bezeichnen, in neue Fesseln geschlagen. Säuren und Basen, Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Ammoniak, das sind die letzten Verwandlungsstufen des organischen Stoffes. Durch sie fällt er den Processen des anorganischen Lebens anheim. Aber auch das organische Leben gewinnt eine neue Grundlage in diesen Stoffen der Verwesung. Kohlensäure, Wasser und Ammoniak sind die vollkommensten Nahrungsmittel der Pflanze; Dammsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure, denen wir als Mittelstufen der Verwesung begegneten, sind in ihrer Verbindung mit Ammoniak am leichtesten geeignet, sich in Eiweiß zu verwandeln. Die Fäulnißerreger werden zu Lebenserweckern, die Trümmer der Zerstörung zu

Nahrungsstoffen. Pflanzen keimen aus dem Grabe, wachsen, bilden Eiweiß, Zucker, Fette, werden die Grundlage für das Leben von Thieren und Menschen.

Aber nicht allein, wie sie in den Pflanzen wieder lebendig geworden, gehören die Erzeugnisse der Fäulniß und Verwesung in den Bereich unseres Lebens; auch unmittelbar wissen wir ihnen durch chemische Kunst Genüsse abzugewinnen, und zwar Genüsse, die wir zu den feinsten zu zählen pflegen, Genüsse für Organe, die uns sonst gerade am lebhaftesten mit Ekel und Abscheu vor den Stätten der Fäulniß erfüllen. Es ist bekannt, daß jene Säuren, denen wir auf den Stufen des organischen Verfalls begegneten, namentlich die Buttersäure, Ziegensäure und Ameisensäure, die Grundlage bilden für eine große Reihe eigenthümlicher Aetherarten, und es ist bekannt, daß diese Aetherarten in der Parfümerie und Conditorei gegenwärtig eine bedeutende Verwendung finden. Vielleicht ist das gerade denen am wenigsten bekannt, die am meisten diesen Genüssen huldigen, und die sich vielleicht scheuen, eine Erdbeere, die auf einem Grabe gewachsen, an die Lippen zu führen, während sie doch so gern mit diesen künstlich der Verwesung entlockten Stoffen Gaumen und Nase kitzeln.

Wie aber auch die Verwesung durch ihre Erzeugnisse in den Kreislauf des Lebens eingreifen, wie sie auch die Grundlage neuen Lebens bilden, der Vermittlung der feinsten Sinnengenüsse dienen mag; es ist

doch nicht blos die Empfindlichkeit unserer Sinne, nicht blos die Widerwärtigkeit der Vorstellungen, die sich an sie knüpfen, noch weniger der Gedanke an den eignen Tod, dessen Bild sie uns vorhält, es ist eine wirklich tiefbegründete, in dem stärksten aller Triebe, dem Triebe der Selbsterhaltung begründete Abneigung, welche uns die Stätten der Fäulniß fliehen heißt. Die Verwesung ist nicht blos todten Leibern, sondern auch lebenden feindlich. Schon lange, ehe die chemische Wissenschaft ihre Untersuchungen anstellte, hatte die Erfahrung entschieden, daß die Ausdünstungen faulender und verwesender Stoffe der Gesundheit nachtheilig sind. Die Chemie hat nun nachgewiesen, daß namentlich Schwefelwasserstoff- und Phosphorwasserstoffgase in jenen Processen der Zerstörung frei werden, und diese Gase sind, selbst wo sie für die daran gewöhnten Sinne nicht mehr empfindlich werden, — Gifte. Die Ruhe des Todten kann den Lebenden gefährden, und die Begräbnißplätze können in der Nähe menschlicher Wohnungen aus Stätten des Todes zu Stätten der Todesgefahr werden. Nicht blos die Pflicht des Wohlbehagens, sondern auch der Selbsterhaltung gebietet uns also Schutz gegen die Wirkungen der Verwesung.

So macht uns also die Sorge für die Gesundheit die Beseitigung der Moder- und Fäulnißgerüche zur Pflicht. Aber diese Beseitigung geschieht freilich nicht dadurch, daß sie nur der Empfindlichkeit unserer Riechnerven entzogen werden, indem man diese etwa

durch mächtigere Wohlgerüche beschäftigt. Wo Räucherkerzen und wohlriechende Essenzen die Stelle der Reinigung oder des Luftwechsels in Zimmern oder am eignen Körper vertreten sollen, da nährt man unter der Decke des Luxus ein verpestendes Gift. Nur die wirkliche Entfernung oder Zerstörung der gefährlichen Stoffe bewahrt vor ihren Einwirkungen. Wo der Luftwechsel nicht ausreicht zur Entfernung der verpestenden Gase, da bietet sich in der Eigenschaft gewisser Stoffe, in feinvertheiltem Zustande ungeheure Mengen von Gasen in sich aufzusaugen und zu verdichten, das sicherste Schutzmittel. Zu diesen Stoffen gehört namentlich die frisch ausgeglühte Kohle, besonders die poröse Torf- und Knochenkohle. Ein einziger Kubikzoll solcher Kohle vermag fast 100 Kubikzoll Ammoniakgas und 50 bis 60 Kubikzoll Schwefelwasserstoffgas in sich aufzunehmen und nicht blos aufzunehmen, sondern zugleich durch die gewaltsame Verdichtung in höhere Verbrennungsstufen überzuführen, Ammoniak in Salpetersäure, Schwefelwasserstoffgas in schweflige und Schwefelsäure zu verwandeln und so ihrer gefahrbringenden Einflüsse völlig zu berauben. Bekanntlich beruht auf dieser Eigenschaft der Kohle die Einrichtung von Respiratoren zum Schutze der Lungen gegen die gefährlichen Dünste von Krankenzimmern, Kloaken und faulenden Sümpfen. Sie bestehen aus zwei Stücken feiner Drahtgaze, welche grobgepulverte Kohle umschließen, so daß, wenn sie vor

Mund und Nase befestigt sind, die eingeathmete Luft hindurchstreifen muß. Bei Düngerstätten und Abtritten reicht oft schon eine Bedeckung mit Torf- oder humusreicher Erde hin, um die gefährlichen Ausdünstungen aufzusaugen. Aber noch sicherer, als diese bloße Bindung nachtheiliger Gase in porösen Körpern, schützt ihre Zerstörung, d. h. ihre wirkliche Zersetzung oder ihre chemische Verbindung mit andern Stoffen, und auch hier bietet die Wissenschaft zahlreiche Mittel.

Vor allen ist in dieser Hinsicht das Chlorgas bekannt, das durch seine gewaltige Verwandtschaft zum Wasserstoffgas auf die meisten organischen Stoffe zerstörend einwirkt und in ähnlicher Weise, wie es durch die Zersetzung der Farbstoffe Faser und Fette bleicht, so hier durch Zersetzung der übelriechenden Wasserstoffverbindungen des Ammoniaks, des Schwefel- und Phosphorwasserstoffgases die Fäulniß und Verwesung ihrer verpestenden Einflüsse beraubt. Seit langen Zeiten ist daher der Chlorkalk als sogenanntes Desinfectionsmittel in Krankenzimmern im Gebrauch, und seine Anwendung hat die doppelte Wirkung, daß einmal das langsam daraus freiwerdende Chlor jene Wasserstoffverbindungen zerstört, andrerseits der Kalk die Säuren der Fäulniß bindet. Neben dem Chlor verdient auch die schweflige Säure, die sich bekanntlich beim Verbrennen des Schwefels bildet, als Schutzmittel gegen die Gase der Verwesung Beachtung, da sie einerseits wie das Chlor die Wasserstoffverbindungen zersetzt, an-

derntheils sich mit dem Ammoniak und ähnlichen basischen Verwesungsprodukten, wie sie z. B. beim Faulen von Fischen entstehen, zu nicht flüchtigen Stoffen verbindet. Auch der grüne Eisenvitriol wirkt in ähnlicher Weise und wird bekanntlich in der That bei Düngergruben oft angewandt, um die ammoniakalischen Bestandtheile an der Verflüchtigung zu verhindern. In eigenthümlicher Weise vermag der frischgebrannte Kalk als Schutzmittel gegen die Wirkungen der Fäulniß zu dienen. Durch seine starke Verwandtschaft zu Säuren befreit er anfangs die von diesen gebundenen basischen Riechstoffe, steigert also anfangs sogar die Wirkungen der Fäulniß; aber gerade durch diese Steigerung bewirkt er eine wohlthätige Veränderung der Zersetzungsprodukte, so daß Schwefel, Phosphor und Stickstoff nicht als Wasserstoff- und Ammoniakverbindungen, sondern als wirkliche Verbrennungsprodukte, als Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure hervortreten.

So besitzen wir also zahlreiche Schutzmittel gegen die verderblichen Wirkungen des Fäulnißprocesses auf das Leben. Daß sie freilich noch immer nur eine sehr beschränkte Anwendung finden, davon kann man sich in Städten und Dörfern hinreichend durch die Sinne überzeugen. Hätte auch nicht die Reinlichkeit überhaupt als Zeichen höherer Gesittung zu gelten, so sollte es schon im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege liegen, daß man die Luft nicht zu Stätten des ekelhaftesten und giftigsten Schmutzes machte. Besser hat

man es verstanden, wo es greifbare Vortheile, wo es die Erhaltung von Lebensmitteln oder Baustoffen gilt, den Zerstörungen der Fäulniß Schranken zu setzen.

Wenn man mit Recht die menschliche Kultur als eine Herrschaft des Menschen über die Natur zu bezeichnen pflegt, eine Herrschaft, die allerdings nicht in dem Umsturz der bestehenden Naturgesetze zu suchen ist, sondern in der Benutzung derselben, um die Erscheinungen des Naturlebens nach bewußten Zwecken zu leiten und zu ordnen; so fragt es sich, ob diese Herrschaft sich nicht über den Tod hinaus, über Fäulniß und Verwesung zu erstrecken vermag. Und in der That möchten wir in dieser Macht gerade die ersten Bedingungen alles Kulturlebens zu suchen haben. Der Zerstörung Einhalt zu thun, das ist das erste Erforderniß alles Aufbaues. Schon unser leibliches Bestehen ist daran geknüpft. Alle unsere Nahrungsmittel bestehen aus organischen, vom Leben abgetrennten Theilen und sind als solche der natürlichen Zerstörung verfallen. Alle unsere Bauten, unsere Häuser, unsere Brücken, zahlreiche Geräthschaften des täglichen Lebens bedürfen organischen Materials, und selbst die Geschichte hat gelehrt, daß je vergänglicher die Bauten eines Volkes, um so vergänglicher auch seine Kultur ist. Sicherung der Grundlagen des materiellen Lebens gegen Fäulniß und Verwesung ist also eines der ersten Erfordernisse aller Kultur, und es hat gewissermaßen eine symbolische Bedeutung, wenn wir die ältesten Culturvölker in der

Erhaltung ihrer eignen, dem Tode verfallenen Leiber eine so ausgebildete Kunstfertigkeit entfalten sehen.

Den sichersten Schutz gegen die Fäulniß bietet jedenfalls die Beseitigung der allgemeinen Bedingungen, unter denen sie überhaupt einzutreten vermag. Als eine der ersten dieser Bedingungen bezeichneten wir eine gewisse höhere Temperatur. Hohe Kältegrade verhindern die Fäulniß. Es ist bekannt, daß man im hohen Norden Fleisch und Fische einfach dadurch aufbewahrt, daß man sie gefrieren läßt. Die Leiche des Fürsten Mentschikow, der als Verbannter in Sibirien starb, wurde, wie Erman erzählt, noch 92 Jahre nach seinem Tode völlig erhalten und mit unversehrter Bekleidung angetroffen. Im Eise der Lena fand Pallas sogar die Leiche eines Mammuth eingefroren, das vor Jahrtausenden hier gelebt hatte, und dessen Weichtheile noch so wohl erhalten waren, daß ihr Fleisch von Hunden und Bären begierig gefressen wurde. In ähnlicher Weise schützt eine sehr hohe Temperatur vor dem Eintritt der Fäulniß. Auch in den Wüsten Aegyptens und Arabiens werden Leichen, die im heißen Sande begraben sind, so gedörrt, daß sie Jahre lang der Zerstörung entgehen. Aber an diesen Wirkungen der Kälte und Hitze nimmt meistentheils noch eine zweite fäulnißverhindernde Ursache Antheil, die Entziehung des Wassers durch trockene Winde. Das Wasser ist ja eine wesentliche Bedingung aller Fäulniß, und jede Hausfrau versteht es, durch Entfernung desselben Nahrungsmittel

zur Aufbewahrung geeignet zu machen. Das Trocknen des Obstes wie mancher Gemüse beruht darauf. Aber auch Kochsalz und Salpeter beim Einsalzen des Fleisches, Zucker beim Einzuckern der Früchte scheinen vorzugsweise durch Entziehung des Wassers erhaltend zu wirken. Ebenso beruht der Gebrauch des Weingeistes zur Aufbewahrung von Früchten wie von anatomischen Präparaten auf seiner Wasser entziehenden Eigenschaft.

Der gefährlichste Erreger aller Gährung ist aber, wie wir gesehen haben, der Sauerstoff, und seine Fernhaltung wird immer der sicherste Schutz bleiben. Auf den ersten Blick scheint auch nichts leichter zu bewirken als dies. Es bedarf ja nur irgend eines luftdichten Verschlusses, sei es nun eines Ueberzuges von Oel oder Fetten oder selbst von kohlensaurem Kalk, wie man ihn den Eiern durch Eintauchen in Kalkwasser verschafft, oder luftdicht zu verlöthender Blechbüchsen. Aber mit diesem Abschluß der äußeren Luft ist bei weitem noch nicht Alles geschehen; die organischen Stoffe, die man erhalten will, führen in sich selbst noch eine solche Menge von sauerstoffreicher Luft, daß ihnen diese gefährlich werden kann. Allerdings pflegt man sich bei der Aufbewahrung von Speisen nach dem sogenannten Appert'schen Verfahren damit zu begnügen, daß man die zugelötheten Blechbüchsen eine Zeit lang in siedendes Wasser stellt. Dadurch wird wenigstens bewirkt, daß sowohl der in der mit eingeschlossenen Luft, als der in den Pflanzentheilen selbst enthaltene Sauerstoff

von gewissen organischen Stoffen aufgenommen und gebunden wird. Aber eine eigentliche Sicherheit vor eintretender Verderbniß gewährt erst das in neuerer Zeit bei Bereitung der sogenannten comprimirten Gemüse eingeführte Verfahren. Hierbei wird nämlich vor dem Verschluß durch kräftige Luftpumpen die Luft wirklich aus den Speisen entfernt.

Außer diesen Schutzmitteln gegen die Zersetzung organischer Körper durch die Fäulniß läßt sich nur noch eins denken, wenn sich nämlich chemische Stoffe auffinden lassen, welche geeignet sind, Verbindungen mit den vorzugsweise fäulnißfähigen Bestandtheilen der Organismen, den Eiweißstoffen, einzugehen und zwar Verbindungen, welche nichts mehr von jener Erregbarkeit und Beweglichkeit der Eiweißstoffe an sich haben. Solche chemische Stoffe gibt es nun in der That. Einen derselben hat man sogar zu diesem Zwecke angewandt, lange bevor die Chemie bestand, lange ehe man auch nur Kenntniß von der Existenz dieses eigenthümlichen Stoffes hatte. Durch Rauch das Fleisch vor der Verderbniß zu schützen, war schon im hohen Alterthum Sitte. Der in diesem Rauch wirksame Stoff ist das bekannte Kreosot, im reinen Zustande eine Säure, die von den heutigen Chemikern Phen- oder Phenylsäure genannt wird. Ihre Wirkung besteht darin, daß sie das Eiweiß des Fleisches sofort zum Gerinnen bringt und gleichzeitig eine Verbindung mit derselben eingeht, welche nicht mehr der Fäulniß fähig ist. Die Anwendung des Holz-

essigs beruht bekanntlich auf der Gegenwart desselben Stoffes.

Durch ein ganz ähnliches Verhalten ist die Gerbsäure bekannt. Auch sie verbindet sich mit den Eiweißstoffen, namentlich mit dem Leim zu einer unlöslichen und der Fäulniß widerstehenden Verbindung. Das Gerben des Leders beruht ja auf dieser Eigenschaft. Auch verschiedene Metallsalze verhindern durch ihre Verbindung mit den Eiweißstoffen den Eintritt der Fäulniß, und wenn sie auch ihrer gesundheitswidrigen Wirkungen wegen sich nicht gerade zur Conservirung von Nahrungsmitteln eignen, so sind sie doch für die Erhaltung von anatomischen Präparaten, Thierbälgen, Herbarien von großer Bedeutung. Namentlich sind es arsenige Säure, Quecksilbersublimat und Chlorzink, die in dieser Beziehung Anwendung finden.

Wie wichtig und einflußreich auch im Allgemeinen diese erwähnten Schutzmittel gegen die Fäulniß für Wissenschaft und häusliches Leben sein mögen, so gibt es doch keinen Stoff, dessen Schutz in so weitem Umfange und selbst im Interesse der allgemeinen Volkswohlfahrt geboten würde, als das Holz. Bei der immer zunehmenden rücksichtslosen Entwaldung der Kulturländer und bei dem gleichzeitig wachsenden Bedarf an Nutzholz ist es einer Vermehrung des Nationalreichthums gleichzustellen, wenn man die Dauer des Holzes erhöhen kann. Wenn aber das Holz, gleich allen organischen Stoffen, thatsächlich dem Verfall unterworfen ist, so

ist es nicht die Hauptmasse des Holzes, die Zellsubstanz, sondern nur die Gegenwart eiweißartiger Stoffe, welche den Eintritt der Fäulniß veranlaßt. Die Holzfaser an sich ist unzerstörbar, und ausgelaugte Sägespäne widerstehen lange Zeit sehr hartnäckig den Einwirkungen des Sauerstoffs. Die Ursache der Fäulniß liegt also in dem eiweißhaltigen Safte. Eine vollständige Entfernung dieses Saftes aus dem Holze — jedenfalls das sicherste Mittel zu seiner Erhaltung — ist freilich im Großen nicht ausführbar; aber schon die Verminderung des Saftes ist von erheblicher Bedeutung. Daher ist auf ein rechtzeitiges Fällen des Holzes zu einer Zeit, wo die Saftbewegung am geringsten ist, also in der winterlichen Stillstandsperiode der Vegetation, von jeher ein großer Werth gelegt worden. Auch das Ankerben oder Entschälen der Bäume vor dem Fällen ist von wesentlichem Nutzen.

Eine weitere Entfernung des Saftes aus dem gefällten Holze, die durch Trocknen an der Luft nur in sehr geringem Grade erreicht wird, hat man durch künstliche Mittel zu bewirken versucht. Namentlich hat man ein Auslaugen mit Wasser oder mit Dampf angewandt. Allerdings wird durch das Wasser, wenn auch eine sehr lange Zeitdauer dazu erforderlich ist, eine bedeutende Menge von Eiweißstoffen des Saftes aufgelöst und entfernt. Ebenso werden durch den Dampf und die damit verbundene hohe Temperatur manche Saftbestandtheile verflüchtigt, während das im Safte auf-

gelöste Eiweiß zugleich gerinnt und dadurch der Fäulniß entzogen wird. Aber immerhin bleibt selbst bei Anwendung stark gespannten Wasserdampfes noch Saft in hinreichender Menge zurück, um die verderbliche Fäulniß einzuleiten. Man mußte also von jeher noch andere Schutzmittel anwenden, um diesen Saft äußerlich vor dem Zutritt von Sauerstoff und Feuchtigkeit zu bewahren.

Diese Mittel bestehen nun gewöhnlich in einem Anstreichen oder Tränken des Holzes mit Oel, Theer, Pech oder, wie es in neuester Zeit oft geschieht, mit Wasserglas. Auch das Anbrennen der Pfähle hat einen ähnlichen Zweck, da die das Holz umgebende Kohle das Eindringen fremder faulender Stoffe verhindern soll. Immerhin bleibt der Erfolg dieser Mittel ein sehr unzureichender. Statt also die Bedingungen der Fäulniß von dem Safte des Holzes äußerlich abzusperren, hat man es in neuerer Zeit vorgezogen, fremde Stoffe in das Innere des Holzes selbst zu bringen, deren Gegenwart allein genügt, selbst beim Vorhandensein aller möglichen Bedingungen der Fäulniß, diesen zerstörenden Proceß dennoch nicht eintreten zu lassen. Es sind das natürlich dieselben Stoffe, die wir schon oben in ihrer Eigenschaft, mit den Eiweißstoffen der organischen Körper fäulnißunfähige Verbindungen einzugehen, kennen lernten, und die man als antiseptische bezeichnet. Kreosot und einige Metallsalze, namentlich Chlorzink, Quecksilbersublimat, Kupfer- und Eisenvitriol, sind die wirk-

samsten. Besonders hat man von diesen Stoffen bei Eisenbahnschwellen Gebrauch gemacht, da einerseits diese durch stete Berührnng mit der Feuchtigkeit des Bodens und der Luft in hohem Grade der Fäulniß ausgesetzt sind, andrerseits an ihrer Dauer mehr als irgendwo gelegen sein muß. Erfahrungen liegen hier bereits in großer Zahl vor. Die Verfahren, durch welche man die Auflösungen dieser antiseptischen Stoffe in das Innere des Holzes einzuführen gesucht hat, sind natürlich sehr verschiedene gewesen. Man hat sich zunächst einfach mit einem Eintauchen und Tränken der Hölzer in Lösungen jener Stoffe begnügt, und bei Kupfervitriol und Chlorzink hat das zu sehr befriedigenden Erfolgen geführt, namentlich wenn die Lösung kochend angewandt wurde, und wenn zugleich das Holz vorher in Trockenöfen gedörrt war. Weit vortheilhafter noch hat sich das Einpressen der antiseptischen Flüssigkeit erwiesen. Boucherie in Frankreich wendet zu diesem Zweck einen sehr mäßigen Druck an, und sein Verfahren empfiehlt sich durch außerordentliche Einfachheit, gestattet aber seine Anwendung nur in einer kurzen Periode unmittelbar nach Fällung des Holzes. Ein höherer Maschinendruck ist in neuerer Zeit auf der hannöverschen und Köln-Mindener Bahn, wie auf der österreichischen Südbahn mit großem Glück versucht worden. Dieses Verfahren erfordert zunächst einen großen cylinderförmigen Kessel, der etwa 140 bis 150 Schwellen in sich faßt, die auf besonderen Wagen mittelst

Schienen eingeführt werden. Sobald dieser Kessel gefüllt und geschlossen ist, wird Wasserdampf von ziemlicher Spannung hineingelassen, um eine kräftige Auslaugung des Holzes zu bewirken. Ist diese erfolgt und die ausgelaugte Flüssigkeit abgelassen, so wird eine andere Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, um durch eine Luftpumpe das Innere des Kessels möglichst luftleer zu pumpen und dadurch sowohl die gasförmigen Saftbestandtheile zu entfernen, als auch das Holz zur Aufnahme der antiseptischen Flüssigkeit geneigter zu machen. Nach Oeffnung der Hähne steigt diese in Folge des äußeren Luftdruckes schnell im Kessel empor. Nachdem sie eine Zeitlang durch heiße Dämpfe im Sieden erhalten worden ist, wird eine Druckpumpe in Bewegung gesetzt, welche mit einem bis zu 8 und 10 Atmosphären gesteigerten Drucke die Flüssigkeit gewaltsam in die Poren des Holzes treibt. Gewöhnlich bedient man sich zum Einpressen durch Maschinendruck des Kreosots oder des Chlorzinks. Das letztere empfiehlt sich besonders durch seine Wohlfeilheit. Die früher übliche Anwendung des Quecksilbersublimats, die nach dem englischen Erfinder M'Kyan unter dem Namen des Kyanisirens bekannt ist, hat man trotz seiner ausgezeichneten Erfolge des Kostenpunktes wegen, wenigstens in Deutschland, allmälig aufgegeben. Die Kosten einer Imprägnirung mit Chlorzink betragen mit allen Anlagekosten für die Maschinen u. s. w. nur 1 ⅔ Sgr. auf den Kubikfuß.

Seit einer langen Reihe von Jahren liegen nun

bereits Erfahrungen über den Nutzen der Imprägnirung der Hölzer vor. Alle mit Sublimat, mit Kreosot oder Chlorzink, namentlich nach dem Boucherie'schen Verfahren oder mittelst Maschinendruck imprägnirten Eisenbahnschwellen zeigen sich wohl erhalten. Allerdings haben sich dabei in dem Verhalten der verschiedenen Hölzer manche Abweichungen gezeigt. So scheinen weiche Hölzer, namentlich Buchen und Pappeln am vollständigsten von den antiseptischen Flüssigkeiten durchdrungen zu werden. Bei der Eiche dagegen zeigt sich nur der Splint durchlässig, während der Kern jedem Eindringen widersteht. Ein Uebelstand, welcher die Dauer der Wirkungen der Imprägnation wesentlich beeinträchtigt, ist ferner die Löslichkeit der antiseptischen Stoffe. Die aus Luft und Erdreich allmälig eindringende Feuchtigkeit droht sie nach und nach auszulaugen, und auch dem Eindringen fremder fäulnißfähiger Stoffe scheinen sie nicht immer Widerstand zu leisten. Man hat deshalb daran gedacht, eine künstliche Versteinerung des Holzes zu versuchen. Die Mittel, die dazu vorgeschlagen sind, eine Tränkung mit Wasserglas oder eine abwechselnde Imprägnirung mit Schwefelbarium und schwefelsaurem Eisen, wodurch schließlich Eisenvitriol und unlöslicher Schwerspath gebildet würden, oder von Chlorcalium und Glaubersalz, wodurch Kochsalz und Gyps sich erzeugten, haben sich entweder im Großen nicht bewährt oder sind noch nicht hinlänglich geprüft worden.

Ich habe dem Leser einen Blick auf den Kampf

des Menschen gegen die Mächte des Todes, gegen Fäulniß und Verwesung, eröffnet. Der Tod ist ein Weg zum Leben, sagte ich im Eingang. Wir haben nun gesehen, wie aus dem Tode die Elemente neuen organischen Lebens emporkeimen, wie in den Processen der Fäulniß manches Dunkel des Lebensprocesses sich lichtete. Wir haben endlich gesehen, wie der Verfall des Lebens um ihn her den Menschengeist erweckte, ihm Stillstand zu gebieten, und wie an diesem Kampfe mit der Zerstörung sich die Flamme des Kulturlebens entzündete. Den schwellenden Wogen der Auflösung Halt zu gebieten und mitten im allgemeinen Verfall aus Trümmern sich mit einer sicheren Burg zu umgeben, das ist der Stolz des Menschengeistes.

Siebentes Kapitel.

Das Ozon und seine Bedeutung im Natur- und Menschenleben.

Nicht blos dem Menschen fliehen die Jahre dahin, Pflanzen keimen und welken, Thiere sterben und werden geboren, Felsen verwittern und Inseln steigen aus dem Meeresschooße empor; Welten selbst kommen und gehen im Himmelsraum, wie Blumen auf der Frühlingsau. Entstehen und Vergehen, das ist das große Losungswort der gesammten Natur. Ueber all diesen

Wandlungen und Wechseln aber schwebt in Ruhe des Menschen Gedanke, grübelnd über den geheimnißvollen Urgrund alles Entstehens, forschend nach den zerstörenden Mächten des Lebens. Er dringt ein in das Reich der Stoffe und prüft und sondert sie nach ihren Neigungen und Abneigungen; er ergründet Gesetze, nach welchen die Stoffe sich binden und lösen, und verfolgt sie in diesen Verbindungen und Trennungen in die Erscheinungen des Lebens hinein bis zu der geheimnißvollen Stätte, wo aus dem Stoffe sich die Gedanken erzeugen, und wo ein Augenblick genügt, dem wunderreichen Spiel der Kräfte ein Ziel zu setzen und Leben in Tod zu verwandeln. Aber je tiefer der Gedanke forscht, desto mehr verwickeln sich ihm die Erscheinungen. Was er mit einem einzigen Namen erfaßt zu haben glaubt, das enthüllt sich ihm als eine Vielheit mannigfaltiger Wirkungen; was ihm eben noch einfach dünkte, das zeigt sich ihm verdoppelt. Die „Lebenskraft" ist nur noch ein Phantom, hinter dem die Feigheit sich versteckt oder die Trägheit Ruhe sucht. Aber selbst die chemischen Verwandtschaftskräfte gewähren nicht die gehoffte Befriedigung; unmerklich fließen sie zusammen mit all den bewegenden Kräften der Natur, die man Wärme und elektrische oder magnetische nennt. Da gilt es, die Klarheit und Festigkeit des Blickes zu wahren und dem Eifer der Forschung Zügel anzulegen. Da gilt es, in die Tiefe zu dringen, bevor man sich in die Weite wagt, das Einzelne zu

ergründen, ehe man das Ganze umfaßt. Aber wo ist das Einzelne, das Einfache zu finden? Was ist einfach? Sind jene 60 oder 63 Körper, welche die Chemie ihre Elemente nennt, in Wahrheit die letzten Urstoffe, aus welchen die Natur ihre ganze reiche stoffliche Welt aufgebaut hat, oder ist es nur die Unzulänglichkeit unsrer Hilfsmittel, welche die fernere Zerlegung dieser Körper verbietet? Es scheint kaum noch zweifelhaft, daß es dem Chemiker hier ergeht, wie dem Astronomen mit den Welten des Himmelsraumes. Mit der wunderbaren Vervollkommnung seines Fernrohrs glaubte er manchmal seine Forschung erschöpft und begann aus dem Erkannten die Welt zu construiren; aber neue Werkzeuge zeigten ihm neue Wunder, einfache Welten verdoppelten sich, chaotische Urnebel, aus denen er eben noch Welten sich zeugen und gestalten sah, enthüllten sich als eine Vielheit zahlloser fertiger Welten. Auch der Chemiker hat mehr und mehr den Glauben an die Einfachheit seiner Elemente aufgeben müssen; denn nicht genug, daß es ihm gelang, Elemente, welche die mächtigeren Wirkungen andrer ihm verborgen gehalten hatten, an das Licht zu ziehen, hat er vollends in noch unzerlegbaren Elementen Eigenthümlichkeiten entdeckt, die es ihm zweifelhaft erscheinen lassen, ob er es unter Umständen noch mit demselben Stoffe zu thun hat, oder in welchem seiner eigenthümlichen Zustände er den wahren Elementarzustand desselben erblicken soll. Einen dieser wunderbaren Stoffe, der lange als

eine der wichtigsten, Leben erhaltenden und Leben zerstörenden Mächte bekannt und, wie man meinte, in seinem ganzen Wesen erkannt war, will ich dem Leser hier in seiner proteusartigen Natur darzustellen suchen. Es ist der große Regulator des organischen Stoffwechsels, der Sauerstoff.

Jeder weiß, welche wichtige Rolle der Sauerstoff im Leben der organischen Welt spielt, wie die Pflanzen hauptsächlich aus der Kohlensäure der Luft, aus Ammoniak und Wasser ihre Leiber aufbauen, indem sie die durch ihre Blätter eingeathmete Kohlensäure unter Mitwirkung des Tageslichts in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegen, ersteren in den mannigfaltigsten Verbindungsformen in sich aufspeichern, letzteren dagegen durch die Poren ihrer Blätter wiederum in die Luft aushauchen; wie die Thiere andrerseits, nicht im Stande, die Kohlensäure der Luft und das Ammoniak zu ihrer Leibessubstanz zu verarbeiten, die pflanzlichen Stoffe zu ihrer Nahrung benutzen, diese in Fleisch, Blut, Fett u. s. w. verwandeln, die aber bald entwerthet auf den mannigfachsten Wegen ausgestoßen werden, um durch neue Nahrung und neue Lebensgebilde ersetzt zu werden; wie der Vermittler und Anreger dieses Ausscheidungsprocesses aber wieder der Sauerstoff der Luft ist, der durch die athmenden Thiere bald verbraucht und in athembare Kohlensäure verwandelt sein würde, so daß alles thierische Leben ein Ende fände, wenn nicht die Pflanzen eben jene Kohlensäure zu ihrer

Nahrung verwendeten und den Thieren dafür Nahrungsmittel und athembaren Sauerstoff lieferten. Jeder weiß es also, daß in diesem großen Kreislauf des Stoffes, der es bewirkt, daß die Thiere von den Pflanzen und diese von jenen leben, der Sauerstoff als der Ueberträger des Kohlenstoffs und Vermittler des Lebens thätig ist. Jeder weiß ferner, daß das Blut der wichtigste Heerd jener Verbrennung ist, durch welche Menschen und Thiere sich fortwährend zerstören, um sich fortwährend wieder aufbauen zu können, und daß es namentlich die in der klaren und farblosen Blutflüssigkeit schwimmenden rothen, eisenhaltigen Blutkörperchen sind, welche den auf dem Wege durch die Lungen eingesogenen Sauerstoff nach allen Theilen des Körpers führen und an die schon in der Rückbildung begriffenen organischen Stoffe abgeben, daß dann diese Körper, sich mit dem Sauerstoff verbindend, in einfachere Stoffe zerfallen, welche von demselben Blutstrom auf andern Wegen den Absonderungsorganen und den Lungen zugeführt werden, um dort unter den verschiedensten Formen entfernt zu werden, und daß man darum eben diesen Sauerstoff als „Lebensluft" bezeichnet hat. Jeder weiß dann weiter, daß der todte Pflanzenkörper die Kohlensäure der Luft nicht mehr einathmet, um sie zu zerlegen, und der todte Thierleib aufhört, Nahrung in sich aufzunehmen und Sauerstoff einzuathmen, um sein Fleisch und Blut durch neugebildetes zu ersetzen, daß vielmehr Vorgänge eintreten, langsame Verbren-

nungen, die wir als Fäulniß und Verwesung bezeichnen, und die sich namentlich durch das Freiwerden gasförmiger, meist übelriechender und sogar der Gesundheit nachtheiliger Substanzen verrathen, welche die Atmosphäre verpesten und der Menschenwelt den Untergang bereiten würden, wenn ihrer Verbreitung nicht Grenzen gesetzt, wenn sie nicht schnell wieder zerstört würden. Auch diese giftzerstörende und luftreinigende Wirksamkeit hat man dem atmosphärischen Sauerstoff zugeschrieben. Kurz, wo man Stoffe verbrennen, Steine verwittern, Metalle rosten sah, überall war der Sauerstoff der Zerstörer, und kaum war es zu begreifen, daß bei der ungeheuren Menge des Sauerstoffs in der Atmosphäre nicht schneller das Leben auf Erden pulsire, nicht schneller der allgemeine Weltenbrand das Brennbare verzehre. Da hat denn die Chemte gezeigt, daß es mit dieser großartigen Rolle des Sauerstoffs im Haushalte der Natur eine ganz andere Bewandtniß hat, daß der gewöhnliche atmosphärische Sauerstoff ein gerade so gleichgültiger und träger Geselle wie die meisten andern Stoffe ist, daß nicht er es schlechthin ist, der den Namen der „Lebensluft" verdient, der den organischen Kreislauf vermittelt und erhält, der Giftzerstörer und Luftreiniger, sondern daß er diese Geschäftigkeit nur zeigt und diese Namen nur verdient in einem Zustande, in welchem der Chemiker ihn „Ozon" nennt.

Da man in der Wissenschaft mit Namen nicht so freigebig zu sein pflegt, wie im gewöhnlichen Leben,

und Namen sich in ihr nur erhalten, wenn sie etwas bedeuten, so wird der Leser zunächst erfahren müssen, welche Umstände den Namen veranlaßt haben.

Beim Ausströmen der Electricität aus Metallspitzen oder beim Ueberschlagen des electrischen Funkens aus dem Conductor einer Electrisirmaschine zeigt sich ein eigenthümlicher Geruch, ähnlich demjenigen, den man in Räumen, in welche der Blitz eingeschlagen hat, oft in sehr intensiver Weise bemerkt, und den man in der Volkssprache als Schwefelgeruch zu bezeichnen pflegt, obwohl er mit Schwefel nicht das Geringste zu thun hat. Man glaubte darin eine Zeit lang nur eine besondere Affection der Geruchsnerven durch die Electricität sehen zu dürfen, als Professor Schönbein in Basel im J. 1840 beobachtete, daß sich dieser Geruch auch bei der Zerlegung des Wassers durch einen kräftigen electrischen Strom und zwar nur an dem am positiven Pole freigewordenen und für sich allein aufgefangenen Sauerstoff zeige. Er meinte daher, daß das Wasser geringe Spuren eines zusammengesetzten Körpers enthalte, welcher aus Wasserstoff und einem neuen, gasförmigen, unzerlegbaren Stoffe bestehe und durch den electrischen Strom gerade so wie das Wasser zerlegt werde, so daß sich dieser neue Stoff mit dem Sauerstoff des Wassers an dem positiven Pole abscheide. Daß in der That jener Geruch von einem Gase und nicht blos von einer electrischen Nervenreizung herrühre, ward ihm dadurch zweifellos, daß sich dieser Geruch

auch bei längerem Aufbewahren des abgeschiedenen Sauerstoffs erhält, daß er sogar von durchgeleitetem Wasser in geringem Grade angenommen wird, daß er aber verschwindet, wenn man das riechende Gas erhitzt oder mit Stoffen in Berührung bringt, die eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff haben. Er nannte diesen neuen Stoff seines starken Geruchs wegen nach dem griechischen Worte ὄζειν, riechen, „Ozon". Nicht lange indeß konnte man diese Auffassung festhalten. Die chemische Wirkungsweise des Ozons auf andere Körper glich zu auffallend einer gewöhnlichen, nur besonders energischen Oxydation, so daß man den neuen Stoff in engere Beziehung zum Sauerstoff setzen mußte, zumal man ihn bei allen langsamen Verbrennungen auftreten sah. Da bisher die Bildung des Ozons aus der Luft durch electrische Funkenentladungen oder durch langsame Verbrennung an die Gegenwart von Wasserdämpfen geknüpft schien, so glaubte man das Ozon selbst am richtigsten als eine Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, nur mit einer weit größeren Menge desselben als im Wasser, also als eine Art Wasserstoffsuperoxyd erklären zu können, und diese Ansicht schien darin ihre Bestätigung zu finden, daß das Ozon, wenn es durch Erhitzung zerstört wurde, stets in Wasser und Sauerstoff zerfiel. Da gelang es Schönbein im Jahre 1849 nachzuweisen, daß, wenn man Ozon völlig ausgetrocknet, d. h. von den letzten Spuren von Wasserdampf befreit habe, alle Versuche

einer Wasserbildung durch Erhitzung erfolglos bleiben, und daß an die Stelle des Ozons dann stets reines Sauerstoffgas trete. Drei Jahre später verwandelten vollends Fremy und Becquerel ganz reines und trocknes Sauerstoffgas seiner ganzen Menge nach durch fortwährend hindurchschlagende electrische Funken in Ozon. Auch aus Wasser durch electrische Zersetzung abgeschiedenes Ozon ließ bei sorgfältigen Versuchen, wenn es nur hinreichend getrocknet worden war, niemals Wasser entstehen. So blieb denn nichts anderes übrig, als das Ozon für nichts weiter als Sauerstoff zu erklären, aber für Sauerstoff in einem eigenthümlich electrisch oder chemisch erregten, für die Verbindung mit andern Körpern in besonders hohem Grade geeigneten Zustande.

Wir müssen die energischen Wirkungen des Ozons näher kennen lernen, um die ganze Bedeutung dieser Auffassung würdigen zü können.

Der auffallende, bei großer Intensität fast chlorartige Geruch ist nicht die einzige Eigenthümlichkeit des Ozons, obwohl es davon seinen Namen erhalten hat; dem Chemiker namentlich macht es sich noch weit bemerkbarer durch seine kräftigen chemischen Wirkungen, durch seine lebhafte Neigung, andere Körper zu oxydiren. Wenn der Sauerstoff in dem Rufe steht, das thierische Leben zu erhalten und die Flamme zu ernähren, in Gemeinschaft mit dem Wasser todte organische Körper zu zerstören und durch die langsamen Processe

der Verwesung wieder in die einfachen Stoffe zurückzuführen, aus denen sie im Pflanzenleibe ihren Anfang nehmen, so verdankt er diesen Ruf wesentlich seinem Doppelgänger, dem Ozon. Es mag zwar schwer sein, den Beweis dafür in allen Fällen zu liefern, da die Bildung des Ozons mit seiner Wirksamkeit, in welcher es zugleich verschwindet, häufig zusammenfällt; aber man wird kaum noch geneigt sein, daran zu zweifeln, wenn man die energische Thätigkeit kennen lernt, welche dieser sogenannte „erregte Sauerstoff" in Fällen zeigt, wo der gewöhnliche Sauerstoff sich völlig unthätig verhält oder doch nur äußerst langsame und unmerkliche Veränderungen hervorruft.

Es ist bekannt, daß blankes, rostfreies Eisen nur in feuchter Luft und auch da nur langsam rostet. Hier ist es die stets in der Luft vorhandene Kohlensäure, welche in Verbindung mit dem Wasser die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Eisen veranlaßt, indem die Kohlensäure mit dem entstandenen Oxyde sich chemisch zu verbinden trachtet. Blankes Eisen in trockner Luft rostet nicht. Bringt man aber in diese Luft Ozon, so verbindet sich das Eisen sofort mit diesem und überzieht sich mit einer Schicht rothbraunen Oxydes. Ganz so verhalten sich auch Arsen, Antimon, Zinn, Zink, Blei und andere unedle Metalle, nur daß die einen schneller, die andern langsamer oxydirt werden. Noch auffallender zeigt sich diese oxydirende Wirkung des Ozons beim Quecksilber und Silber.

Ersteres vereinigt sich bekanntlich nur bei vorsichtigem Erhitzen äußerst langsam mit dem gewöhnlichen Sauerstoff, letzteres überhaupt gar nicht; durch Ozon werden sie, zumal wenn etwas Feuchtigkeit zugegen ist, sofort mit einer Oxydschicht überzogen. Nur Gold und Platin behaupten auch dem Ozon gegenüber, wenigstens chemisch, unverändert ihre edle Natur.

Aber nicht die Oxydation an sich, auch nicht die Schnelligkeit, mit welcher sie einzutreten pflegt, ist das einzige Auffallende in der Einwirkung des Ozons auf die genannten Metalle, die sich gegen gewöhnlichen Sauerstoff so gleichgültig zu verhalten pflegen. Wenn Blei in gewöhnlicher feuchter Luft oxydirt, so entsteht eine graue Verbindung, die der Chemiker als Bleisuboxyd bezeichnet, und die nur sehr wenig Sauerstoff, etwa $3^4/_5$ Th. auf 100 Th. Blei, enthält. Erhitzt man Blei an der Luft oder selbst in reinem Sauerstoffgase, so nimmt es zwar etwas mehr Sauerstoff auf, es entsteht Mennige, eine Verbindung von 100 Theilen Blei mit $10^1/_4$ Th. Sauerstoff. Mit Ozon zusammengebracht, nimmt es aber sofort die größte Sauerstoffmenge auf, mit der sich dies Metall überhaupt verbinden kann; es entsteht Bleisuperoxyd, das auf 100 Th. Blei $15^2/_5$ Th. Sauerstoff enthält. Aehnliches ereignet sich bei den andern Metallen. So erhält man beim Verbrennen des Arseniks an der Luft die bekannte giftige arsenige Säure, welche auf 100 Th. Arsen 32 Th. Sauerstoff enthält.

Unter der Einwirkung von Ozon auf Arsenikmetall entsteht aber die Arsensäure, eine Verbindung von 100 Th. Arsen mit $53^1/_3$ Th. Sauerstoff. Es ergibt sich daraus von selbst, daß das Ozon auch die Fähigkeit besitzen muß, niedere Oxydationsstufen in höhere überzuführen, also Bleisuboxyd und Mennige in Bleisuperoxyd, arsenige Säure in Arsensäure, aber auch schweflige Säure, wie sie sich beim Verbrennen des Schwefels bildet, in Schwefelsäure und salpetrige Säure in Salpetersäure umzuwandeln. Aber diese oxydirende Wirkung erstreckt sich überhaupt auf alle der Verbindung mit Sauerstoff fähigen Körper, und organische wie anorganische Stoffe erleiden dadurch eine langsame Verbrennung, die wir in ihrer Wichtigkeit für den Haushalt der Natur noch kennen lernen werden, die uns aber hier zunächst interessirt, weil sie uns Mittel an die Hand gibt, das wirksame Ozon zu erkennen, selbst wo es sich durch die Feinheit seiner Vertheilung unsern Sinnen entzieht.

Ein unzweideutigeres Zeugniß für das Vorhandensein von Ozon gibt es allerdings nicht, als die schwarze Schicht von Silbersuperoxyd, mit welcher man sich eine etwas angefeuchtete blanke Silberplatte überziehen sieht; denn das vermag kein andrer Körper zu leisten. Aber diese auffallende Erscheinung tritt doch nur ein, wo Ozon in ziemlich bedeutender Menge zugegen ist. Um so wichtiger ist darum die Wirkung, welche das Ozon auf Jodkalium ausübt, auch wenn

es in noch so geringen Spuren vorhanden ist. Das Jodkalium, ein farbloser, fast unserm Kochsalz ähnlicher Körper, der aus Kaliummetall und Jod besteht, erleidet nämlich durch den gewöhnlichen Sauerstoff durchaus keine Veränderung, da die Verwandtschaft desselben zu dem Kalium nicht stark genug ist, um die Verbindung des letzteren mit dem Jod zu lösen. Das Ozon dagegen zeigt ein so heftiges Verlangen, sich mit dem Kalium zu vereinigen, daß es besonders bei Gegenwart von Feuchtigkeit das farblose Salz sofort zerstört, und durch die Bildung von Kalihydrat oder kaustischem Kali das Jod freimacht, das nun auch seine natürliche Farbe wieder annimmt und der ganzen Masse eine bräunliche Färbung verleiht. Freilich würde eine nicht unbedeutende Menge von Jod erforderlich sein, um aus dieser Färbung erkannt zu werden und einen Schluß auf anwesendes Ozon zu gestatten. Aber es giebt ein Mittel, um das Jod auch in seinen geringsten Spuren für das Auge wahrnehmbar zu machen, die bekannte Eigenschaft desselben, Stärkekleister zu bläuen oder vielmehr violett zu färben. Mischt man nämlich zu einem dünnen Stärkekleister eine wässerige Auflösung von reinem Jodkalium und überstreicht damit ganz dünn Papierstreifen, so kann man diese, ohne daß sie sich bläuen, in gewöhnlicher Luft, die nur frei von Ozon und einigen ähnlich wirkenden Stoffen, wie Chlorgas und Bromdampf, ist, und gegen direktes Sonnenlicht geschützt, trocken und unverändert aufbe-

wahren. Sobald man aber diese Papierstreifen, zumal etwas angefeuchtet, der Einwirkung von Ozon aussetzt, tritt die Färbung sofort ein, indem das Jodkalium zersetzt wird, und das freie Jod mit dem Stärkekleister die blaue Verbindung eingeht. Dieses Erkennungsmittel ist von außerordentlicher Empfindlichkeit und gestattet sogar annähernde Schlüsse auf die Menge des in der Luft enthaltenen Ozons, da die Intensität der Färbung mit der Menge des ausgeschiedenen Jod zunehmen muß. Schönbein und Osann haben darum auch in der That diese Papierstreifen benutzt, um dadurch die Schwankungen des Ozongehaltes in der Atmosphäre zu verschiedenen Zeiten zu bestimmen, indem sie Farbenscalen von der tiefsten bis zur blassesten Schattirung des Violett entwarfen und damit die Färbungen des durch Ozon gebläuten Jodkaliumstärkepapiers verglichen. Aber ganz sichere Schlüsse dürfte dies Verfahren keineswegs gestatten; denn einmal wird der Jodkaliumstärkeüberzug nicht immer ganz gleich dick sein, und der dicker überstrichene Papierstreifen sich also in gleicher Zeit dunkler färben, als der dünner überstrichene; andererseits ist die blaue Jodstärke eine äußerst lockere Verbindung, die sich unter atmosphärischen Einflüssen leicht zersetzt, so daß das Jod verdampfen kann, womit dann auch die blaue Farbe verschwindet. Gleichwohl hat man ein besseres Mittel für den Nachweis von Ozon in Mengen, in denen es sich selbst dem Geruch nicht mehr verräth, für jetzt noch nicht.

Es gibt allerdings noch manche Wirkungen des Ozons, namentlich auf organische Stoffe, die sich durch große Empfindlichkeit auszeichnen, und unter diesen sind besonders die blaue Färbung der Guayaktinktur und die Entfärbung der blauen Indigotinktur erwähnenswerth. Wenn man Guayakharz in Weingeist auflöst, so erhält man eine schwach gelblich oder bräunlich gefärbte Tinktur, die sich im Dunkeln und in gewöhnlichem Sauerstoffgase unverändert erhält, in einer ozonhaltigen Atmosphäre aber sehr schnell prächtig blau färbt. Weniger empfindlich, aber besonders geeignet zur Bestimmung der in geschlossenen Räumen enthaltenen Ozonmengen ist die Entfärbung des Indigo durch Ozon. Wenn man Indigo in Nordhäuser Schwefelsäure auflöst, so erhält man bekanntlich eine intensiv blau gefärbte Tinktur, die ihre Farbe einem vom Chemiker Indigblau genannten Stoffe verdankt. Dieses Indigblau wird aber durch das Ozon oxydirt und in Isatin, einen rothbraun gefärbten Körper, verwandelt, womit das Verschwinden der ursprünglichen blauen Farbe verbunden ist. Bereitet man sich nun eine stark mit Wasser verdünnte Indigolösung, die so beschaffen ist, daß genau ein Milligramm Sauerstoff erforderlich ist, um 10 Gramme der Flüssigkeit zu entfärben, so kann man diese benutzen, um den Ozongehalt der in einem großen Gasballon eingeschlossenen Luft zu bestimmen. Man gießt nämlich nach und nach kleine Mengen der blauen Flüssigkeit in den

Ballon, bis endlich trotz des Umschüttelns keine Entfärbung mehr eintritt. Da man die Gewichtsmenge der verbrauchten Flüssigkeit kennt, so kann man auch die Gewichtsmenge des vorhanden gewesenen Ozons berechnen; denn sie muß genau so viel Milligramme betragen, als man Dekagramme der Tinktur angewendet hatte.

Wenn diese Reactionen des Ozons eine besondere Wichtigkeit dadurch behaupten, daß sie Mittel zur Erkennung und Auffindung des Ozons selbst bei großer Vertheilung gewähren, so sind noch ungleich wichtiger diejenigen Einwirkungen desselben auf die organischen Stoffe, welche in den großen Kreislauf des Natur- und Menschenlebens eingreifen. Ehe wir aber diese noch jetzt vielleicht kaum halb geahnte Rolle des Ozons näher betrachten, müssen wir uns nach den mannigfachen Bedingungen umsehen, unter denen Ozon gebildet oder vielmehr der Sauerstoff zu jener energischen chemischen Thätigkeit angeregt wird.

So wunderbar schnell und reich sich auch die Wissenschaft der Chemie in den letzten 50 Jahren entfaltet haben mag, so ist sie doch bis jetzt noch nicht über ihre Grundbegriffe in's Reine gekommen. Sie bezeichnet wohl die Ursache aller der zahlreichen Veränderungen und Erscheinungen, mit denen sie es zu thun hat, als Verwandtschaft, sie beobachtet auch die Wirkungen dieser Verwandtschaft, erforscht selbst die Gesetze, nach welchen die chemischen Verbindungen ent-

stehen; aber den wahren Grund dafür aufzufinden, das innere Wesen dieser Verwandtschaftskraft aufzudecken, vermag sie noch nicht. Am allerwenigsten weiß sie Rechenschaft zu geben von der Ursache jener mannigfachen Abänderungen, welche diese Kraft unter dem Einfluß von Licht, Wärme und andern sogenannten physikalischen Kräften erleidet, insbesondere jener Erscheinungen, welche auf eine räthselhafte Steigerung der Verwandtschaftskraft hindeuten, und für die der Chemiker nichts als den Namen „chemische Erregung" hat.

Eine der bekanntesten unter diesen Thatsachen liefert das Chlor. So lange dieses Gas nicht dem Lichte ausgesetzt war, läßt es sich mit Wasserstoffgas mischen, ohne daß die beiden Elemente die geringste Neigung verrathen, sich zu vereinigen. Sobald aber das Gemenge beider Gase vom Lichte getroffen wird, oder wenn auch nur vor der Mischung das Chlor an das Tageslicht gekommen war, so erfolgt augenblicklich unter heftiger Explosion die Verbindung beider Elemente, deren Resultat bekanntlich das Salzsäure-Gas ist. Diesen Zustand des Chlors nun, in welchem seine Verwandtschaft zum Wasserstoff in so außerordentlicher Weise gesteigert ist, nennt der Chemiker den „chemischer Erregung."

Aehnliche Steigerungen seiner chemischen Kraft zeigt auch unter gewissen Umständen der Sauerstoff. Es ist bekannt, daß sich der Sauerstoff gewöhnlich

weit leichter mit einem Körper verbindet, wenn er selbst bereits chemisch gebunden ist, als im isolirten Zustande, und daß man deshalb auch häufig solche Sauerstoffverbindungen, z. B. Salpetersäure oder salpetersaure Salze, in denen der Sauerstoff an Stickstoff gebunden ist, benutzt, um andere Körper zu oxydiren. Ich habe schon erwähnt, daß die meisten Metalle, selbst die unedlen, an trockner Luft, wie in trocknem Sauerstoffgas sich unverändert erhalten. Eisen muß stark erhitzt werden, wenn es sich unmittelbar mit Sauerstoff verbinden soll. Bringt man aber Salpetersäure mit dem Metalle in Berührung, so oxydirt es sich sofort, und die aufsteigenden rothen Dämpfe der salpetrigen Säure verrathen, daß es auf Kosten des Sauerstoffs der Salpetersäure geschieht. Der Chemiker sagt nun, der Sauerstoff besitze in dieser Verbindung eine stärkere Verwandtschaftskraft und mache diese im Augenblicke seines Freiwerdens (in statu nascenti) geltend. Thatsache ist es gewiß, daß die Stoffe sich am liebsten, manche ausschließlich, in diesem Zustande des Entstehens vereinigen. Stickstoff und Wasserstoff sind unmittelbar in keiner Weise zur Verbindung zu bringen, und dennoch erzeugt sich diese Verbindung, das bekannte Ammoniak, so häufig in der Natur. Sie entsteht z. B. bei der Behandlung vieler Metalle mit verdünnter Salpetersäure. Dabei werden nämlich sowohl das Wasser als die Salpetersäure zersetzt, und das Metall, z. B. Zink, nimmt von beiden den Sauerstoff auf, so daß

Wasserstoff und Stickstoff gleichzeitig in Freiheit gesetzt werden und sich nun zu Ammoniak verbinden. Am stärksten tritt diese Ammoniakbildung ein, wenn man das Zink zuvor mit verdünnter Schwefelsäure übergießt, wobei bekanntlich Wasserstoff entwickelt wird, und dann tropfenweise Salpetersäure hinzusetzt; dann bleibt aller Wasserstoff, der sich sonst entwickelt hätte, in Form von Ammoniak in der Flüssigkeit.

Alle diese noch immer unerklärten Erscheinungen einer höheren Erregtheit der chemischen Elemente, sei es im Zustande des Entstehens oder unter dem Einfluß von Licht, Wärme, Electricität, erhalten nun einen interessanten Zuwachs in dem Ozon, das ja eben nichts anderes ist, als Sauerstoff in besonders erregtem, thätigem Zustande. Der Leser wird nun aber auch verstehen, was es mit jener Bezeichnung des Ozons als „erregter" Sauerstoff oder, wie Andere wollen, als „allotropische Modification" des Sauerstoffs auf sich hat, daß diese Bezeichnung nur eine negative, jede Erklärung ausschließende Bedeutung und lediglich das Zusammenfassen einer Gruppe ähnlicher Erscheinungen zum Zweck hat. Man wird aber auch einsehen, welche Wichtigkeit die Untersuchung der Bedingungen, unter welchen das Ozon auftritt, für das gesammte Gebiet der chemischen Thatsachen haben muß, da man es hier mit einem Stoffe zu thun hat, der sich in seinem sogenannten Zustande der Erregung durch so charakteristische Merkmale kund gibt und sich unter so mannigfa-

chen Verhältnissen und bis zu seinen feinsten Spuren verfolgen läßt. Jede Aufklärung, die man über das Ozon erlangt, wirft einen Lichtblick in die innersten Tiefen des chemischen Lebens der Natur.

Jene Kräfte, die wir schon im Allgemeinen als chemisch erregende kennen gelernt haben, Licht und Electricität, sind es auch zunächst, die bei der Erzeugung des Ozons eine Rolle spielen. Das Ozon wurde ja überhaupt zuerst beobachtet bei electrischen Entladungen und bei der Zersetzung des Wassers durch den electrischen Strom, wobei es stets gemeinschaftlich mit gewöhnlichem Sauerstoff und einem Wasserstoffsuperoxyd auftritt. Die Bildung des letzteren scheint wesentlich fördernd auf die Umwandlung des Sauerstoffs in Ozon zu wirken, und man glaubte daher lange, daß überhaupt nur feuchter Sauerstoff dieser Umwandlung fähig sei. Indeß ist es Fremy und Becquerel gelungen, in eine Röhre eingeschlossenen, ganz reinen und trockenen Sauerstoff durch schnell hintereinander hindurchschlagende electrische Funken vollkommen in Ozon zu verwandeln, allerdings nur unter der Bedingung, daß auch dem Ozon im Augenblicke seines Entstehens ein Feld zur Bethätigung seiner gespannten Kraft angewiesen wurde, indem man ihm gestattete, eine Auflösung von Jodkalium zu zersetzen. Wer nun weiß, welche weitverbreitete Rolle die Electricität in der Atmosphäre spielt, der wird begreifen, welche ergibige Quelle der Ozonbildung damit eröffnet ist, welche un-

geheure Massen dieses wirksamen Stoffes damit unablässig in der Atmosphäre erzeugt werden müssen. Denn nicht allein, wenn Blitze flammen oder Gewitterwolken durch fallende Regentropfen ihre electrische Spannung gegen die der Erde ausgleichen, nicht allein, wenn am Abendhimmel ein Wetterleuchten zuckt oder um Masten und Thurmspitzen das Elmsfeuer tanzt, nicht allein, wenn des Nordlichts blutige Strahlen über den mitternächtlichen Himmel schießen, zu allen Zeiten, auch wenn die Sinne nichts davon wahrnehmen, sind electrische Vorgänge in der Atmosphäre thätig, und gute Electrometer vermögen sie nachzuweisen. Unablässig also muß Ozon in der Luft entstehen, und wenn man es gleichwohl nur in seltenen Fällen durch den Geruch empfindet, so liegt das theils in der außerordentlichen Verdünnung durch die gewöhnliche Luft, da man ja selbst künstlich nicht leicht mehr als 1 Theil Ozon in 1000 Theilen Luft erzeugen kann, theils in dem ungeheuren Verbrauch desselben zur Oxydation organischer und unorganischer Substanzen, dessen Bedeutung wir noch kennen lernen werden.

Aber die Electricität ist nicht die einzige Quelle der Ozonbildung in der Atmosphäre; das Licht ist eine andere und wahrscheinlich kaum minder mächtige. Thatsache wenigstens ist es, daß in vollkommen reinem Sauerstoffgase das Jodkaliumstärkepapier im Dunkeln völlig unverändert bleibt, daß es sich aber bläut, sobald das Sonnenlicht Zutritt findet. Damit dürfte

auch die Erfahrung im Einklang stehen, daß eine Menge von Oxydationsprocessen im Lichte weit leichter, als im Dunkeln vor sich geht. Mit schwarzem Schwefelblei überzogenes Papier entfärbt sich, indem unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft das Schwefelblei sich in schwefelsaures Bleioxyd verwandelt, nicht im Dunkeln, wohl aber am Sonnenlicht. Man kann freilich noch darüber zweifelhaft sein, ob es die Durchleuchtung des Sauerstoffs sei, welche denselben organisire oder zur Zersetzung und Umwandlung des Schwefelblei's befähige, oder ob die unmittelbare Wirkung des Lichtes nicht viel mehr das Jodkalium und das Schwefelblei angehe und diese in ihre Bestandtheile zerlege, die sich dann im Momente des Freiwerdens mit dem Sauerstoff verbänden. Jedenfalls bleibt der Erfolg derselbe. Daß aber eine Ozonbildung unter dem Einflusse des Lichts stattfinden kann, dafür liefert das Bittermandelöl den Beweis. Wird dasselbe nämlich längere Zeit hindurch dem Lichte ausgesetzt, so enthält es nachweislich Sauerstoff, der alle Eigenschaften des Ozons besitzt, und auch die ganze Umgebung ist von Ozon durchdrungen. Im Dunkeln verschwindet das Ozon allmälig wieder, indem es das Oel oxydirt und in Benzoësäure überführt.

Ohne jede merkbare Mitwirkung solcher physikalischen Kräfte tritt aber auch die Ozonbildung häufig bei rein chemischen Vorgängen auf, und unter diesen ist eine der reichsten und zur künstlichen Darstellung

des Ozons am gewöhnlichsten benutzten Quellen desselben die langsame Verbrennung des Phosphors. Es ist bekannt, daß Phosphor, besonders im feuchten Zustande mit der Luft in Berührung gebracht, im Dunkeln leuchtet, und daß dieses Leuchten durch eine langsame Oxydation hervorgerufen wird. Mit diesem Leuchten findet aber auch gleichzeitig stets eine Entwickelung von Ozon statt, das sich theils durch die Bläuung des Jodkaliumstärkepapiers, theils durch den unverkennbaren Geruch kundgibt, der allerdings zum Theil durch den knoblauchartigen der dabei entstehenden phosphorigen Säure verdeckt wird. Erhitzt man dagegen den Phosphor an der Luft bis auf etwa 48° R., so schmilzt er, verdampft und verbrennt mit blendend weißer Flamme unter Entwickelung eines dicken, weißen Rauches von Phosphorsäure; aber es entsteht kein Ozon. Das Ozon tritt also immer nur als Begleiter der phosphorigen Säure auf, und das ist merkwürdig genug, da man bei seiner bekannten Neigung zur Oxydation erwarten sollte, daß es auch hier die phosphorige Säure in Phosphorsäure überführen werde. Was überhaupt dieser Ozonbildung zu Grunde liegt, ist noch völlig räthselhaft, und alle theoretischen Erklärungen, mögen sie auf eine electrische Spannung zwischen Phosphordampf und Sauerstoff, oder auf eine Zerlegung ursprünglich verbundener Atome in den Sauerstoffmolekülen hinausgehen, entbehren für jetzt noch jedes Haltes und jeder Bedeutung. Gewiß ist, daß es bis jetzt

noch kein bequemeres und ergibigeres Mittel zur Ozonisirung des Sauerstoffs gibt, als diese langsame Verbrennung des Phosphors, und Schönbein hat nachgewiesen, daß 1 Gramm Phosphor hinreicht, um so viel Sauerstoff chemisch zu erregen, daß 24½ Gramm Indigolösung dadurch entfärbt werden, eine Leistung, welche der von 14¾ Gramm Chlorkalk gleichkommt.

Wie die Oxydation des Phosphors, so können aber auch noch andere Oxydationsprocesse die Ursachen oder mindestens die Begleiter der Ozonbildung sein, und namentlich zeichnet sich in dieser Beziehung die Harzbildung aus ätherischen Oelen aus. Diese Oele, bekanntlich flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen, welche durch wässerige Destillation aus Pflanzen gewonnen werden, wie Rosenöl, Citronöl, Terpentinöl u. s. w., haben die Neigung, beim Stehen an der Luft Sauerstoff aufzunehmen und sich zu verdicken, indem sauerstoffhaltige Harze gebildet werden. Während dieser Verharzung enthalten sie stets Ozon, und dieses verbreitet sich mit den flüchtigen Dämpfen durch die ganze umgebende Atmosphäre. Diese Ozonbildung dauert so lange fort, bis das ganze Oel durch Oxydation verschwunden ist. Nach Schönbein's Untersuchungen ist die Menge des dabei entwickelten Ozons so groß, daß 1 Gramm Terpentinöl so viel Indigolösung zu bleichen vermag, als 2 Gramme guter Chlorkalk.

Aber nicht blos die ätherischen, auch die sogenannten fetten oder trocknenden Oele, wie Leinöl,

Hanföl, Mohnöl, sind im Stande, Ozon zu bilden. Obgleich sie bereits Sauerstoff enthalten, besteht doch der Verdickungs- und Trocknungsproceß auch bei ihnen in der Aufnahme neuen Sauerstoffs, und diese ist mit der Entwickelung von Ozon verbunden, das freilich sehr schnell von den Oelen wieder verbraucht wird.

Ueberhaupt scheint es wenige Oxydationsprocesse in der Natur zu geben, die, wenn sie freiwillig, d. h. ohne Mitwirkung von Wärme stattfinden, nicht von Ozonbildung begleitet wären, und Schönbein behauptet sogar, daß überhaupt keine Verbrennung ohne Umwandlung des Sauerstoffs in Ozon möglich sei. Gewiß kennen wir die Quellen des Ozons noch bei weitem nicht ihrem ganzen Umfange nach; aber schon jetzt sind sie umfassend genug, um einen Blick auf ihre großartige Bedeutung für den Haushalt der Natur zu gestatten.

So lange man den Sauerstoff kennt, hat man ihn auch als einen der kräftigsten Erreger im Gebiete der chemischen Erscheinungen betrachtet, als einen der wirksamsten Feinde alles Bestehenden in der organischen Natur. In der Laienwelt ist oft die Bedeutung neuentdeckter Thatsachen überschätzt worden; hier aber ist selbst die Wissenschaft noch weit hinter der Wirklichkeit zurückgeblieben, und erst die neuesten Forschungen haben Licht über eine ganz ungeahnte Ausdehnung der Einwirkungen jenes Stoffes verbreitet. Man hat zwar längst gewußt, daß der Sauerstoff die wesentliche Ur-

sache jener Zersetzungen in der organischen Natur ist, die man als Verwesung oder Fäulniß bezeichnet, und durch welche vorzugsweise der Boden gebildet wird, aus welchem das Pflanzenleben seine Nahrung schöpft. Aber man hat doch immer geglaubt, daß nur die stickstoffhaltigen Körper dieser Verwesung fähig seien, ja, daß ihre Verweslichkeit geradezu ihrem Stickstoffgehalte entspreche. Die ersten Chemiker der Gegenwart haben es als einen unbestreitbaren Satz hingestellt, daß vollkommen reine, stickstofffreie Körper in fester Gestalt unverändert unbegränzte Zeit aufbewahrt werden können, und Liebig namentlich hat behauptet, daß trockene Holzfaser sich Jahrtausende unverändert erhalte, daß Harz und Wachs ohne merkliche Veränderung Jahrhunderte im Boden bleiben. Die Untersuchungen H. Karsten's in Berlin haben die fernere Unhaltbarkeit dieser Sätze nachgewiesen. Wenn nämlich vollkommen reine und trockene stickstofffreie Verbindungen, wie Zucker, Terpentinöl, Leinöl, Kork, Wachs, Stärke, in verschlossenen Glasröhren mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoff längere Zeit in Berührung gelassen wurden, so zeigte sich stets eine Bildung von Kohlensäure und Wasser. Bei Zucker betrug die Menge der gebildeten Kohlensäure nach drei Monaten fünf Procent des ursprünglichen Sauerstoffs. Ebenso wurden Kohlensäure und Wasser gebildet, wenn man diese Substanzen einem anhaltenden, langsamen Strome getrockneter und von Kohlensäure gereinigter atmosphärischer

Luft aussetzte. Ja selbst reiner, trockener Kohlenstoff ergab bei dieser Behandlung bei gewöhnlicher Temperatur nicht unbedeutende Mengen von Kohlensäure. Auch bei Abschluß des Lichts und selbst bei einer Temperatur unter dem Gefrierpunkt ging dieser Proceß vor sich. In ozonisirter Luft allerdings steigerte er sich beträchtlich, und die gebildete Kohlensäure betrug dann etwa das Vierfache der unter gleichen Umständen in gewöhnlicher atmosphärischer Luft erzeugten.

Es steht also fest, daß nicht nur die zusammengesetzten, stickstoffhaltigen organischen Körper, sondern auch die einfacheren, stickstofffreien, selbst die Kohlenhydrate und sogar die Kohle vom Sauerstoff der Luft oxydirt werden, daß sie, wenngleich langsam, doch bei Bewegung und Erneuerung der Luft fortwährend in ununterbrochener Zersetzung begriffen sind, und daß die Produkte dieser Zersetzung dieselben sind, welche durch den gewaltsamen Proceß der Verbrennung in kürzester Zeit erzielt werden, Kohlensäure und Wasser. Nur dann können organische Körper Jahrtausende hindurch der Zerstörung widerstehen, wenn sie vor erneuertem Sauerstoffzutritt geschützt werden. Deshalb finden sich in den Häusern von Pompeji und in den ägyptischen Gräbern noch organische Stoffe vor, die an der freien Luft längst in die Endprodukte des Verwesungsprocesses umgebildet sein würden.

Die dunkle Humusdecke, in welcher der Landwirth die Hauptbedingung für die Fruchtbarkeit seiner Wiesen

und Aecker sieht, ist nun ein Produkt dieser Verwesung, freilich nicht der vollendeten Oxydation, — denn diese würde nur Kohlensäure und Wasser liefern, — sondern einer gehemmten und unterbrochenen. Humusreiche Ackerkrume bildet sich nur da, wo vegetabilische Substanzen, durchtränkt von Wasser, der unmittelbaren und vollkommenen Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre entzogen sind. In den tropischen Gegenden, wo die Wärme der Atmosphäre fast ohne Unterlaß in den trocknen Boden eindringt, findet man daher sowohl im Dickicht des Urwaldes, als in den grasbewachsenen Ebenen den nackten Mergel- oder Sandboden als Träger der Vegetation kaum in seiner natürlichen Farbe verändert. Erst in einer Höhe von 5000 bis 6000 Fuß, wo die Region des ewigen Sommers in die des Nebels und Regens übergeht, sieht man den Boden sich dunkler färben und mit einer Ackerkrume bedecken. Eigentlicher Humusboden tritt unter dem Aequator sogar erst in einer Höhe von 7000 bis 8000 Fuß auf den Hochflächen der Anden auf, in den von Baumfarrn geschmückten Waldungen der immer feuchten Nebelregion und in den wiesenartigen Ebenen, die, mit dichtverschlungenen Wurzelstöcken immergrünender Gräser bedeckt, an die Savannen Nordamerika's erinnern. Aber auch hier ist die Humusdecke dichter auf festem Lehmgrunde, der die Feuchtigkeit zurückhält, als auf dem leichter trocknenden, sandigen Mergelboden, und der in der Regenzeit fruchtbare, mit grünen Saatfeldern be-

kleidete Bimsteinsand der Ebene von Riobamba blendet in der trocknen Jahreszeit gleich der Sahara vegetationslos den Wanderer und veranlaßt, durch die von den Höhen herabfallenden Luftströmungen emporgewirbelt, Augenentzündungen.

Diese Humusdecke nun, eben weil sie das Produkt einer vollkommenen Oxydation ist, wird die Stätte zahlreicher, weiter fortschreitender Oxydationsprocesse, und dadurch ist sie es, die während des Wechsels der Jahreszeiten, wenn die trockene Atmosphäre den Pflanzen keinen Nahrungsstoff zuzuführen vermag, durch ihre Verwesung den wichtigsten Bestandtheil aller Pflanzennahrung, das Ammoniak, bereitet. Hier ist es nun, wo wir das Ozon eine seiner geheimnißvollsten und einflußreichsten Rollen spielen sehen werden.

Das Ammoniak ist nämlich eine Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoff. Der Stickstoff aber, wenngleich einer der verbreitetsten Stoffe in der Natur, der fast $^4/_5$ unserer Atmosphäre erfüllt, ist zugleich wahrhaft berüchtigt durch seine chemische Trägheit, d. h. durch eine Gleichgültigkeit in dem Verhalten gegen andere chemische Elemente und eine Abneigung, sich mit ihnen zu vereinigen, wie sie uns bei keinem andern Stoffe wieder entgegentritt. Die Pflanzen aber, die in dem Aufbau ihres eignen Leibes auch für uns jene wichtigen stickstoffreichen Eiweißkörper bereiten, aus denen unsere Muskeln und unser Hirn sich gestalten, sind nicht im Stande, den Stickstoff unmittelbar auf-

zunehmen, sondern nur in der Form seiner Verbindungen mit Wasserstoff oder mit Sauerstoff, als Ammoniak oder Salpetersäure. Diese Verbindung muß also zuvor durch irgend einen mächtigen Zauber bewirkt worden sein.

Einen Umstand kennt man allerdings seit langer Zeit, durch welchen der Stickstoff der Atmosphäre aus seiner trägen Lethargie aufgeschreckt wird. Schon der Volksglaube schreibt den Gewittern und namentlich den Gewitterregen eine besonders befruchtende Wirkung zu, und nicht mit Unrecht; denn durch jeden zuckenden Blitz werden Salpetersäure und Ammoniak gebildet, die als salpetersaures Ammoniak durch dem Regen zum Boden herabgeführt werden. Wir wissen bereits, daß die nächste Wirkung dieser electrischen Entladungen in der Atmosphäre die Bildung von Ozon ist, und es liegt nahe, daß es die eigenthümliche Erregung dieses Ozons ist, welche dann den Stickstoff zu chemischen Verbindungen veranlaßt. Jedenfalls kann aber dies nicht die einzige Quelle der Bildung salpetersauren Ammoniaks oder überhaupt der stickstoffhaltigen Körper sein, welche die Ackerkrume befruchten und den Pflanzen ihre nothwendigste Nahrung liefern.

Außer der Electricität aber kannte selbst das Laboratorium bisher keine Macht, den Stickstoff zu chemischer Thätigkeit zu erregen, und es schien fast, als sei überhaupt zur Bildung von Salpeter und Ammoniak das Vorhandensein stickstoffhaltiger organischer Substan-

zen die unerläßliche Vorbedingung. Dagegen sprach freilich die Thatsache, daß in manchen Ländern bedeutende Ablagerungen und Neubildungen von Salpeter vorkommen unter Umständen, wo auch nicht von fern an irgend eine Mitwirkung der organischen Welt zu denken ist. Da gelang es Schönbein, dem Entdecker des Ozon, in weit verbreiteten chemischen Processen eine Quelle dieser wichtigen Ammoniaksalze nachzuweisen, und Böttger in Frankfurt stellte sogar die Behauptung auf, daß bei jedwedem Akte der Verbrennung in atmosphärischer Luft ohne Ausnahme salpetrigsaures Ammoniak gebildet werde.

Die Grundlage der Schönbein'schen Entdeckung war die einfache, längst bekannte chemische Thatsache, daß eine Auflösung salpetrigsauren Ammoniaks, wenn man sie bis zum Kochen erhitzt, in Stickstoff und Wasser zerfällt. Er versuchte nun, ob sich nicht auch umgekehrt aus diesen Substanzen das Salz selbst wieder bilden lasse. In der That fand er, daß, wenn Wassertropfen in einem heißen Platintiegel verdampfen und die Dämpfe in einer Flasche aufgefangen und verdichtet werden, sich fast stets in dem Wasser Spuren von salpetriger Säure und Ammoniak nachweisen lassen. Aber diese Erscheinung stellte sich bald als eine weit allgemeinere heraus. Verdampfendes Wasser überhaupt, selbst bei niederen Temperaturen, bei 40—70°, liefert im Laufe weniger Stunden deutlich nachweisbares salpetrigsaures Ammoniak, und zwar nicht blos in den

Dämpfen, sondern auch in der rückständigen Flüssigkeit. Ist das Wasser kalihaltig, so steigert sich diese Erzeugung salpetrigsauren Ammoniaks bedeutend. Selbst bei gewöhnlicher Temperatur findet sie statt, und mittelst nasser Leinwand gelang es Schönbein, große Mengen dieses Salzes aus der Atmosphäre zu bereiten.

Bei der ungeheuren Menge täglich verdampfenden Wassers auf der Erdoberfläche ist zu begreifen, daß sich hier eine Quelle des wichtigsten aller Nahrungsstoffe für die Pflanzenwelt eröffnet, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden darf, um so weniger, als sich noch andere Processe damit zu gleicher Wirkung vereinigen. In den Verbrennungsprodukten des Holzes und der Holzkohle lassen sich stets Ammoniak und salpetrige Säure nachweisen. Bei der Verbrennung der Steinkohlen bildet sich besonders schwefelsaures Ammoniak. Ein über einer gewöhnlichen Oellampe aufgehängtes feuchtes Schwämmchen nimmt in wenigen Minuten nachweisbare Mengen von salpetrigsaurem Ammoniak auf. Wasser, über welchem Schwefel in der atmosphärischen Luft verbrannt wird, enthält gleichfalls Spuren von Ammoniak, und es erklärt sich daraus vielleicht der häufige Ammoniakgehalt der englischen Schwefelsäure, wie andrerseits das Vorkommen von Salmiak in vulkanischen Gegenden.

Alle diese Bildungen salpetrigsauren Ammoniaks scheinen als unerläßliche Bildung die Gegenwart von Wasserdämpfen zu erfordern, und dies scheint ganz zu

der Beobachtung Schönbein's zu stimmen, daß auch die Ozonbildung durch Phosphor nur unter Mithülfe verdampfenden Wassers vor sich geht. Ob aber, wie Schönbein ausgesprochen hat, hier eine unmittelbare Vereinigung des Stickstoffs mit den Wasserdämpfen stattfindet, oder ob nicht vielmehr eine andere von ihm als fast zweifellos hingestellte Thatsache hier in Betracht zu ziehen ist, daß bei allen Oxydationsprocessen zunächst eine chemische Polarisation des Sauerstoffs stattfindet, die neben der Ozonbildung die Entstehung eines Wasserstoffsuperoxydes zur Folge hat, mag unentschieden bleiben. Jedenfalls spielt das Ozon auch hier eine wichtige, wenn auch noch ziemlich verdeckte Rolle. Daß die mit den meisten dieser Processe unzweifelhaft verbundene Ozonbildung an der weiteren Umwandlung der salpetrigen Säure in Salpetersäure und so an der Erzeugung des Salpeters Antheil hat, möchte als gewiß anzunehmen sein.

Schönbein's Beobachtungen haben uns mit reichen Quellen jener natürlichen Salpeter- und Ammoniaksalze bekannt gemacht, deren Ursprung so lange räthselhaft war, und deren künstlicher Ersatz die Kernfrage der heutigen Landwirthschaft bildet. In den heißen Tropenländern sammeln sich in Folge der kräftigen Verdunstung die salpetersauren Salze an. Das Ammoniak selbst wird unter dem Einfluß des Ozons, das in der gehäuften atmosphärischen Electricität jener Regionen eine reiche Quelle hat, gleichfalls in Salpeter-

säure übergeführt. Die Salpetersäure endlich verbindet sich mit den Alkalien des Bodens. So geschieht es, daß ohne Mitwirkung stickstoffhaltiger organischer Substanzen hier, wie in einigen Theilen Bengalens und des tropischen Amerika, sich mächtige Lager natürlichen Salpeters bilden. In unsern regenreichen Gegenden können sich allerdings die salpetersauren Salze nicht anhäufen; der größte Theil wird von Bächen und Flüssen fortgeführt, ein andrer dringt in den Boden ein und dient hier unmittelbar der Ernährung der Pflanzen.

Die Menge der durch die natürliche Verdunstung wie durch die zahlreichen künstlichen Verbrennungsprocesse auf der Erdoberfläche alljährlich erzeugten Düngesalze ist nicht zu schätzen, noch weniger die Menge dessen, was nutzlos für die Vegetation oder doch wenigstens für die Landwirthschaft verloren geht. Wenn man sieht, welche Anstrenungen gemacht werden, um Düngemittel aus den fernsten Gegenden herbeizuführen, dann muß man staunen, daß so naheliegende, weit reichere Schätze noch immer unbeachtet bleiben. „Ein jeder Feuerheerd", sagt Liebig, „alle die zahlreichen Feuerstätten und Schornsteine in den Fabrikstätten und Manufacturdistricten, die Hohöfen und Eisenhütten sind ebensoviele Destillationsapparate, welche die Atmosphäre mit der stickstoffhaltigen Nahrung einer untergegangenen Pflanzenwelt bereichern. Von der Quantität Ammoniak, welche auf diese Weise die Atmosphäre

empfängt, kann man sich einen Begriff machen, wenn man sich erinnert, daß manche Leuchtgasfabriken aus dem Gaswasser viele hundert Centner Ammoniak gewinnen." Es ist in der That gar nicht übertrieben, wenn man die Verbrennung der Steinkohlen als eine reichere Quelle für die Ammoniaksalze bezeichnet, als selbst die Guanolager Peru's und Westafrika's sind. Die Steinkohlen selbst enthalten nicht blos Stickstoff, sie erzeugen auch bei ihrer Verbrennung Ammoniak aus dem Stickstoff der Atmosphäre. Nehmen wir nun nur ganz mäßig den Stickstoffgehalt der Steinkohlen, so weit er zu Ammoniak verwerthet wird, zu ¾ Procent an, so wird eine Fabrikstadt, die jährlich eine Mill. Centner Kohlen verbraucht, in deren Verbrennung über 9000 Centner Ammoniak erzeugen, die ungefähr 27,000 Ctrn. Salmiak mit einem Geldwerth von 373,000 Thlrn. entsprechen. Die gesammten in Preußen jährlich geförderten Steinkohlen, beiläufig etwa 276 Mill. Centner, würden bei der Verbrennung nicht weniger als 7 Mill. Ctr. Salmiak im Werthe von 103 Mill. Thlrn. erzeugen. Mancher Hohofenbesitzer oder Fabrikant könnte sich die ganzen Kosten seines Brennmaterials ersparen, wenn er die durch den Schornstein entströmenden Gase zuvor durch einen mit Salzsäure versehenen Condensationsraum leitete, um das kostbare Salmiak als Nebenprodukt zu gewinnen. Jedenfalls wird die künftige Volkswirthschaft auf solche Quellen des Reichthums noch ihr Auge richten.

Unschätzbar ist der Segen, welchen das Ozon durch die Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs über die ganze Natur verbreitet. In den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln schafft es die Bedingungen alles organischen Lebens, des Pflanzenlebens zunächst, aber durch diese mittelbar auch des thierischen und menschlichen. Sonnenlicht und atmosphärische Electricität sind wohl die ursprünglichsten Quellen dieses lebenschaffenden, erregenden Stoffes, aber mit ihnen vereinigt sich die Wirkung der zahllosen Verbrennungen und Oxydationen auf der Erde, der langsamen Verwesungsprocesse der Humusstoffe im Boden, und wahrscheinlich ist der geheimnißvolle Antheil, welchen die Eisenoxydulverbindungen der Ackererde an der Ernährung der Pflanzen nehmen, auch in nichts Anderem zu suchen, als in der wirksamen Erregung des zu weiterer Oxydation aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs. Aber diese Nahrungsbereitung ist nicht die einzige Segenswirkung des Ozon. Bei der Verwesung und Fäulniß todter Thier- und Pflanzenkörper erzeugen sich eine Menge gasförmiger Verbindungen, welche übelriechend und gesundheitgefährlich, ja oft geradezu giftig sind. In den faulenden Leichen siedeln sich zahllose, meist selbst mikroskopisch unsichtbare Keime an, die sich entwickeln und verderbenschwangere Miasmen verbreiten. Die ganze Atmosphäre würde bald von solchen todbringenden Giften erfüllt werden, wenn ihnen nicht ein Feind erstünde und ihrem Verderben Einhalt thäte. Dieser Feind ist das Ozon.

Alle jene schädlichen, durch Fäulniß erzeugten organischen Stoffe lassen sich nämlich sämmtlich zu Kohlensäure und Wasser, und wenn sie überdies Schwefel und Phosphor enthalten, zu Schwefelsäure und Phosphorsäure oxydiren, und diese Produkte sind, zumal in ihrer Vertheilung, völlig unschädlich. Aber es bedarf einer besonderen Anregung des Sauerstoffs, damit er diese Oxydation bewirke. Bisher kannte man zwar schon manche Stoffe, welche eine solche desinficirende, d. h. Riech= und Fäulnißstoffe zerstörende Wirkung ausüben. Unter diesen stand das Chlor oben an, dessen Wirkung man darauf zurückzuführen pflegte, daß es die organischen Körper ihres Wasserstoffs beraube und dadurch ihren Verfall veranlasse. Die desinficirende Wirkung der Eisenoxydulsalze erklärt man gewöhnlich aus der großen Neigung derselben, sich weiter zu oxydiren, wodurch sie veranlaßt würden, den organischen Körpern Sauerstoff zu entziehen. Aber weit mächtiger als diese alle ist die desinficirende Kraft des Ozons, wie sie durch zahlreiche Versuche erwiesen ist. Ein in voller Fäulniß begriffenes Stück Fleisch von 4 Loth Gewicht ward in eine Flasche gebracht, welche 50 Litres ozonisirte Luft enthielt, und im Verlauf von einer Minute war die Desinfection vollendet. Ein Haufen Pferdemist war 48 Stunden lang in einem verschlossenen Saale gelassen worden, und nachdem man 120 Litres Ozon in den Saal geleitet, war jeder Geruch verschwunden.

Durch diese Zerstörung organischer Fäulnißstoffe

wird das Ozon zum wahren Luftreiniger und tritt dadurch in die innigste Beziehung zu dem Gesundheitszustande des Menschen. Da, wo der gewöhnliche Ozongehalt der Luft nicht ausreicht, die miasmatischen Ausdünstungen zu zerstören, ist auch kein gesunder Aufenthalt für den Menschen. Sumpfgegenden sind eben darum, besonders in den heißen Ländern, die Brutstätten der Fieber und Contagien, namentlich zur Nachtzeit, wo das Sonnenlicht nicht erregend auf den atmosphärischen Sauerstoff wirkt, und bei Windstille, wenn nicht kräftige Luftströmungen frischen Ozonvorrath herbeiführen, um die vergiftete Luft zu desinficiren. Es ist aber auch bekannt, daß Gewitter die Luft reinigen, da in der That ihre electrischen Entladungen große Mengen unwirksamen Sauerstoffs in kräftig zerstörenden umwandeln. Ebenso hat sich aus den Beobachtungen ergeben, daß nach Nordlichtern, bei heftigem Winde und im Winter der Ozongehalt der Luft verhältnißmäßig am bedeutendsten ist, und das Wohlbefinden des Menschen zu solchen Zeiten erklärt sich daraus naturgemäß.

Wie es gewöhnlich bei der Entdeckung einer neuen Kraft geht, ist auch die Bedeutung des Ozons wohl vielfach übertrieben worden. Ueber den Zusammenhang desselben mit Epidemien, Cholera, Typhus u. s. w., läßt sich mit Bestimmtheit noch wenig entscheiden, da die Zeit der Beobachtung noch viel zu kurz ist. Jedenfalls aber wäre es ein falscher Schluß, wenn man be-

haupten wollte, je reicher der Ozongehalt der Atmosphäre zu einer Zeit, um so besser müsse auch der Gesundheitszustand sein. Denn das Ozon hat noch eine ganz andere Seite seiner Wirksamkeit, die den Organismus unmittelbar angeht.

Mit jedem Athemzuge nehmen wir nicht blos Sauerstoff, sondern auch Ozon in unsere Lungen auf. Freilich sind diese Ozonmengen viel zu gering, um die ganzen zahlreichen Verbrennungsprocesse, deren Heerd unser Blut ist, bewirken zu können; vielmehr nehmen diese Verbrennungen die Mitwirkung des gesammten eingeathmeten Sauerstoffs in Anspruch, da nachweislich kein Sauerstoff, sondern nur Kohlensäure wieder ausgeathmet wird. Es ist also wahrscheinlich, daß im Blute selbst eine Erregung des unwirksamen Sauerstoffs stattfindet, und zwar dürfte dies vorzugsweise in dem rothen eisenhaltigen Blutfarbstoff, diesem wichtigsten Bestandtheil der in der klaren, farblosen Blutflüssigkeit schwimmenden Blutkörperchen, der Fall sein. Von der unabläſſig kreisenden Blutwelle in alle Theile des Körpers getragen, kommt dieser erregte Sauerstoff mit den bereits in der Rückbildung begriffenen Stoffen des Organismus in Berührung und bewirkt hier deren Zerfallen in einfachere Stoffe, die von demselben Blutstrom auf andern Wegen aus dem Körper entfernt werden. Das schon fertig eingeathmete atmosphärische Ozon kommt größtentheils in den Athmungsorganen selbst zur Wirkung. Hier aber würde es, in zu großer

Menge eingeathmet, geradezu zerstörend auf die empfindlichen Schleimhäute des Rachens und der Luftröhre und auf die zarten Lungengewebe einwirken. Aus Versuchen hat sich ergeben, daß in einer Atmosphäre, welche nur etwas über ein Tausendtheil Ozon enthält, kleinere Thiere fast augenblicklich sterben. Ein ähnlicher oder selbst geringerer Ozongehalt der Luft würde hinreichen, bei Menschen mindestens Lungenblutungen zu erzeugen. Wie wohlthätig also auch sonst das Ozon in der Luft für das Leben wirkt, so kann doch auch ein Uebermaß desselben gesundheitsschädlich, ja selbst tödtlich wirken. Jedenfalls ist es nicht ohne Grund, wenn Schönbein behauptet, daß die häufigen epidemischen Neigungen zu katarrhalischen Krankheiten, d. h. entzündlichen Affectionen der Schleimhäute in den Athmungswegen, durch einen zu reichem Ozongehalt der Atmosphäre hervorgerufen würden. Damit stimmt auch die Erfahrung überein, daß Schwindsüchtige, überhaupt Lungenschwache, in solchen katarrhalischen Zeiten ganz besonders gefährdet sind.

Noch sind, wie gesagt, die Beobachtungen viel zu unvollkommen, um bereits einen klaren Einblick in die Beziehungen des Ozons zu den allgemeinen Gesundheitsverhältnissen zu gestatten. Jedenfalls dürfte sich aber schon jetzt die Anwendung des Ozons statt des bisher üblichen Chlors als Desinfectionsmittel in Räumen, die von widrigen Moder- oder Fäulnißstoffen erfüllt sind, wie in Krankenhäusern, deren Luft durch die

Ausdünstungen mit ansteckenden Krankheiten behafteter Personen verpestet ist, empfehlen. Noch freilich fehlt es an einer zweckmäßigen Darstellungsmethode für das Ozon, da die Bereitung mit Hülfe feuchten Phosphors wenigstens Privatpersonen zu dem obenerwähnten Zwecke nicht gerade anzurathen sein möchte.

Der Mangel eines billigen Darstellungsmittels ist auch der Hauptgrund, weshalb das Ozon für jetzt in der Technik noch keine ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Die Bleicherei dürfte es wahrscheinlich zunächst sein, welche sich dieses neuen wirksamen Stoffes bemächtigen wird. In der Naturbleiche hat man ja schon längst unbewußt sich des Ozons bedient, welches, durch das Sonnenlicht erzeugt, die Oxydation der feuchten Farbstoffe und deren Zerfallen in Kohlensäure und Wasser bewirkte. Die Verdrängung der für die Haltbarkeit der Gewebe oft so nachtheiligen Chlorbleiche durch Einführung des Ozon würde ein bedeutender Fortschritt auf diesem Gebiete der Technik bezeichnen.

Noch steht das Ozon in den Anfängen seiner Geschichte; noch ist kaum die Frage über seine Natur und sein Wesen entschieden; noch begnügt man sich damit, seine Spuren zu verfolgen und den Bedingungen seines Entstehens nachzuforschen, und schon hat es dazu beigetragen, so manches Räthsel der Wissenschaft und des Lebens der Lösung nahe zu bringen. Darin zeigt sich der große Contrast zwischen der heutigen Naturforschung und der früherer Jahrhunderte. Sonst blieb

eine neue Entdeckung Menschenalter hindurch das ausschließliche Eigenthum des Kabinets, isolirt von der Außenwelt, selbst von den verwandten Zweigen der Wissenschaft, von welcher die Entdeckung ausgegangen war. Jetzt tritt die Entdeckung mit dem ersten Augenblick in tausendfache Beziehungen ein, und von diesen durchdrungen und diese durchdringend, entfaltet sie sich mit Zauberschnelle, Licht und Segen verbreitend über Wissenschaft und Leben.

Achtes Kapitel.

Der Salpeter.

1. Die Bedingungen der Salpeterbildung.

So gewiß es ist, daß der Wohlstand der Völker und der Fortschritt der Civilisation durch nichts mehr gefördert worden ist, als durch die Kenntniß, welche die Wissenschaft von den schaffenden und erhaltenden Kräften der Natur vermittelte, ebenso gewiß ist es, daß auch die Kenntniß der zerstörenden und vernichtenden Kräfte zu Zeiten für ganze Nationen eine Lebensfrage werden kann. So lange es Staaten und Völker gibt, wird auch der Krieg, diese Zerstörung von Menschenglück und Menschenleben, die ultima ratio bleiben, und wenn einmal dieser Dämon seine Fackel

schwingt, dann fragt man nicht mehr nach Steinkohlen und Soda und Ammoniak, und wie alle diese Hebel einer gesunden Industrie heißen mögen, sondern nach Salpeter und Schwefel und explodirenden Stoffen aller Art. Denn auch der reichste Staat ist wehrlos und arm, wenn er in den Zeiten der Gefahr sich diese Stoffe nicht zu erzeugen oder zu verschaffen mag. Darum ist auch die Geschichte dieser Stoffe von jeher eine eigenthümliche gewesen. Der praktische Chemiker, der nach Wegen sucht, die unmittelbar zu Nutzen und Gewinn führen, hat sich wenig darum gekümmert. Um so mehr haben sie das Interesse des Staatsmannes erregt, der den Fall der Noth in's Auge faßt, wo solche Artikel zu Lebensfragen werden und die gewöhnlichen Mittel ihrer Erzeugung oder ihres Erwerbes abgeschnitten sein können.

Unter allen den Stoffen, deren der heutige Krieg bedarf, hat der Salpeter eine ganz besondere Wichtigkeit erlangt, theils weil es bisher, trotz aller Fortschritte der Wissenschaft, noch nicht gelungen ist, ihn in völlig ausreichender Weise durch andere zu ersetzen, theils weil seine natürliche Bildung an Bedingungen geknüpft ist, die nur für wenige Länder zutreffen, und die sich nicht willkürlich, auch bei allen sonstigen Machtverhältnissen, herstellen lassen. Mit Recht wandten sich darum auch in Nordamerika, als vor wenigen Jahren die Kriegswolken an seinem Horizonte aufstiegen, die Gedanken der Staatsmänner diesem Bedürfnisse zu,

und begannen die Gelehrten sich mit Untersuchungen über die künstliche Bildungsweise des Salpeters zu beschäftigen. Denn kein Land der Welt kann in der That im Falle eines Krieges so gänzlich dieses wichtigen Artikels beraubt werden, als gerade Nordamerika. Es hat keine Salpeterplantagen noch alte Gebäude, aus deren Mauern man Salpetererde zu gewinnen hoffen könnte, und seine einzigen natürlichen Hülfsquellen, die großen westlichen Höhlen, dürften sehr unzureichend sein. Die Einfuhr von Salpeter aus den englischen Besitzungen in Indien aber würde mindestens bei einem Kriege mit England aufhören, und dann bliebe nur noch die Zufuhr von Natronsalpeter aus den wenigen südamerikanischen Häfen oder die Hülfe Europa's, die freilich immer durch die britischen Flotten sehr gefährdet sein würde. Man sieht, wie tief ein einziger Artikel in die Machtverhältnisse eines großen Staates eingreifen kann. Nordamerika hat Feinde zu fürchten, die es schon aus der Ferne wehrlos machen können, wenn sie ihm die Salpeterzufuhr abschneiden.

In einer so bedenklichen Lage befindet sich unser Vaterland keineswegs. Aber es hat doch Zeiten gegeben, ehe die große Zufuhr von Süden her eröffnet ward, wo man auch bei uns nicht ohne ängstliche Sorge um die Herstellung von Salpeter bemüht war. Noch bis zum Jahre 1810 gab es in Preußen nicht blos zahlreiche Salpeterplantagen, wie sie später noch beschrieben werden sollen, sondern bestand auch ein Salpeterregal,

wonach die privilegirten Salpetersieder das Recht hatten, überall in Viehställen, Kellern und Scheunen auf dem Lande nach Salpetererde zu suchen. Von der Bedrückung, welche mit dieser Einrichtung für die Landbewohner verbunden war, hat man heute schwerlich eine Vorstellung.

Das Interesse, welches sich in unsrer kriegerischen und noch mehr kriegbedrohten Gegenwart an den wichtigsten Bestandtheil der Zerstörungsmittel des Krieges knüpft, wird dem Leser die nachfolgenden Mittheilungen über die Entstehungsweise, das Vorkommen und die künstliche Fabrikation des Salpeters nicht unwillkommen erscheinen lassen.

Den Griechen und Römern des Alterthums war der Salpeter nicht bekannt. In keiner ihrer Schriften wird eines Salzes gedacht, das man mit einiger Wahrscheinlichkeit für Salpeter halten, oder der Eigenschaft eines Salzes, die man vorzugsweise auf Salpeter beziehen könnte. Man mag wohl den salpetrigen Mauerbeschlag bemerkt haben, aber sicherlich hat man nicht ein eigenthümliches Salz darin vermuthet; denn die Eigenschaft desselben, die am wenigsten unbemerkt bleiben konnte, mit glühenden Kohlen zu verpuffen, wäre gewiß nicht ohne Erwähnung geblieben. Das Nitrum der Römer war keinenfalls unser Salpeter, sondern ein kohlensaures Alkali und zwar meistentheils unsere Soda. Die Araber sind die ersten, in deren Schriften von Salpeter in unzweideutiger Weise die Rede ist. Von ihnen mag Geber im 8. Jahrh. die erste Kunde er-

halten haben, dessen sal petrae unzweifelhaft unser Salpeter ist, wie die bereits von ihm gelehrte Anwendung desselben zur Bereitung von Scheidewasser und Königswasser beweist.

Woher die eigenthümliche Benennung „sal petrae“ (Steinsalz), ob sie von dem Anschein von Härte, welchen seine Leichtzerbrechlichkeit dem Salze gibt, oder ob sie von einer Stadt, etwa Petra in Arabien oder in Sicilien, herrührt, von wo es zuerst in den Handel kam, läßt sich nicht mehr entscheiden. Der Name blieb neben dem „sal nitri“ durch das ganze Mittelalter hindurch.

Ueber die Entstehung des Salpeters hatte man ursprünglich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Am verbreitetsten war die Ansicht, daß er ganz oder doch in seinem wesentlichsten Bestandtheile aus der Luft stamme. Erst im Anfange des vorigen Jahrhunderts stellte es Lemery als wahrscheinlicher hin, daß der Salpeter in einigen vegetabilischen und in den meisten animalischen Stoffen schon ganz fertig erzeugt enthalten sei, daß er aber erst frei und nachweisbar gemacht werde durch die Fäulniß, und daß nur, in sofern die Luft diese befördere, sie zur Darstellung des Salpeters beitrage. Diese Ansicht beruht auf der allerdings ganz richtigen Thatsache, daß alle Nitrate oder salpetersauren Salze, die hier in Betracht kommen, (Kalisalpeter, Natronsalpeter, Kalksalpeter und Magnesiasalpeter) zum größten Theile wenigstens ihren Ursprung in der Zer-

setzung organischer Substanzen haben. Die Art und Weise aber, wie solche Stoffe dazu kommen, die Ursache zur Bildung von Nitraten zu werden, ist erst durch die neuesten Untersuchungen, und zwar auch nur erst theilweise, aufgeklärt worden.

Organische Körper, wie sie in der Natur vorkommen, enthalten stets größere oder geringere Mengen von Stickstoff, der bei ihrer Zersetzung in der Gestalt von Ammoniak*) entweicht, welches bekanntlich wiederum unter der gleichzeitigen Einwirkung oxydirender Stoffe und gewisser anorganischer Basen, wie Kalk, Kali u. s. w., in Nitrate dieser Basen verwandelt werden kann. Es ist aus zahlreichen Beispielen bewiesen und übrigens auch andern chemischen Erfahrungen entsprechend, daß diese Verwandlung außerordentlich erleichtert wird durch die Gegenwart fester Körper in sehr fein zertheiltem oder porösem Zustande, und man kann daher wohl annehmen, daß Nitrate sich aus dem Ammoniak, welches bei der Zersetzung organischer Körper entsteht, unter der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs bilden, sobald poröse Körper zugegen sind, die Kalk, Kali oder andere Basen enthalten. Ueberzeugende Versuche sind in dieser Beziehung bereits vor 20 Jahren von der französischen Academie und namentlich von

*) Ammoniak besteht aus 1 Aequ. Stickstoff und 3 Aequ. Wasserstoff, Salpetersäure aus 1 Aequ. Stickstoff und 5 Aequ. Sauerstoff.

Dumas angestellt worden. Sie haben gezeigt, daß Kalk, in einem Körbchen über sich zersetzendem Blute aufgehängt, theilweise in Kalksalpeter verwandelt wird, und daß ebenso Nitrate gebildet werden, wenn man Ammoniak, mit feuchter Luft vermischt, bei einer Temperatur von 80° R. über Kalkstücke, die mit einer Kalilösung befeuchtet sind, streichen läßt. Kuhlmann, dem wir überhaupt interessante Beiträge zur Kenntniß dieses Gegenstandes verdanken, hat auch den umgekehrten Versuch angestellt, nämlich Ammoniak aus Nitraten erzeugt, indem er auf diese Wasserstoff im Augenblick des Entstehens einwirken ließ. Auf diese Versuche und andere Thatsachen hat er dann Schlüsse von großer Wichtigkeit für die Agriculturchemie gegründet. Er hat nachgewiesen, daß, wenn Nitrate gewöhnlicher Ackererde in einer Tiefe unter der Oberfläche beigemischt sind, daß sie außer Berührung mit der Luft bleiben, sie durch die Einwirkung anwesender organischer Stoffe zu Ammoniak reducirt werden, daß aber umgekehrt, wenn Ammoniak an der Oberfläche des Bodens mit der Luft in Berührung tritt, es in Nitrate des Kalks, Kali's &c. verwandelt wird. Die Reduction der Nitrate in Ammoniak in den tiferen Schichten des Bodens bereitet denselben zur Pflanzenernährung vor, und daß das Ammoniak an der Oberfläche nicht entweicht, wozu es, seiner großen Flüchtigkeit wegen, geneigt ist, daran wird es wiederum durch seine Verwandlung in nicht flüchtige Nitrate verhindert.

Da die Salpeterbildung durch die Temperatur bedingt ist, so geht sie am schnellsten in den Tropengegenden vor sich, und Kuhlmann erblickt darin eine der Ursachen ihrer größeren Fruchtbarkeit, da dort nur geringe Mengen Ammoniaks unverändert aus dem Boden entweichen können. Während der trocknen Jahreszeit müssen sich daher dort große Mengen von Nitraten an der Oberfläche ansammeln, die dann beim Eintritt des Regens ihrer großen Löslichkeit wegen in den Boden hineingespült und hier in Ammoniak zurückverwandelt werden.

Auf eine unter ganz anderen Umständen erfolgende Salpeterbildung aus ammoniakhaltigen Substanzen hat Dr. R. A. Smith bei seinen Untersuchungen über die Luft und das Wasser der englischen Städte aufmerksam gemacht. Er weist nach, daß in den aus Abtrittsgruben, Kloaken und andern Behältern faulender organischer Stoffe durchsickernden Flüssigkeiten eine Oxydation stattfindet, sobald sie wasserführende Schichten passiren, indem der in Wasser aufgelöste Sauerstoff zusammen mit dem porösen Erdreich die Verwandlung des Stickstoffs der in Zersetzung begriffenen Substanzen in Nitrate und des Schwefels in Sulphate oder schwefelsaure Salze bewirkt. In dieser Weise reinigt sich das Wasser selbst von seinen mannigfachen Unreinigkeiten, und zwar so wirksam, daß ein nur wenige Fuß von einer Kloake entfernter Brunnen ganz frei von widrigen Substanzen bleiben kann; nur darf die Durchsickerung

nicht in oberflächlichen Schichten stattfinden, die zu sehr von organischen Stoffen erfüllt sind, als daß eine Oxydation stattfinden könnte, und es muß ein hinreichender Ersatz sauerstoffhaltigen Wassers vorhanden sein, was natürlich bei Quellen und Brunnen immer der Fall zu sein pflegt. Wenn Brunnenwasser mit organischen Unreinigkeiten beladen wird, so geschieht dies nur, weil die Durchsickerung durch die Oberflächenschichten stattfindet, ohne die tieferen und wasserführenden Schichten zu berühren. — So gibt es also eine Salpeterbildung sowohl an der Oberfläche, als in der Tiefe des Bodens, während in fruchtbarem Boden sich eine mittlere, mit organischen Stoffen gemischte Schicht findet, in welcher die Umwandlung der Nitrate in Ammoniak vor sich geht.

Bis zum gegenwärtigen Jahrhundert glaubte man allgemein, daß organische Stoffe unbedingt nothwendig seien zur Bildung von Nitraten, und noch heute neigt sich mancher Naturforscher der Ansicht zu, daß überall, wo Nitrate in großen Mengen erzeugt werden, sie aus der Zersetzung solcher Substanzen hervorgehen. Schon im J. 1823 jedoch stellte Longchamp in der französischen Academie die Behauptung auf, daß Nitrate aus dem Stickstoff der Luft und nicht aus dem organischer Substanzen erzeugt würden. Seit Cavendish ist es bekannt, daß der Stickstoff und Sauerstoff der Luft in Salpetersäure verwandelt werden können. Wenn man nämlich durch eine mit atmosphärischer Luft gefüllte,

knieförmig gebogene Glasröhre, die auf beiden Seiten durch Quecksilber abgesperrt ist, und in welcher sich etwas Kalilauge befindet, elektrische Funken durchschlagen läßt, so bildet sich salpetersaures Kali; wenn sich statt der Kalilauge nur reines Wasser in der Röhre befand, so entsteht salpetersaures Ammoniak. Die Möglichkeit einer Salpeterbildung aus dem Stickstoff der Luft ist damit erwiesen, und Longchamp zeigte nun, daß in vielen Fällen, wo Nitrate gebildet werden, die vorhandenen organischen Stoffe bei weitem zu gering sind, um die ganze Menge der erzeugten Salpetersäure zu erklären. Später beobachtete Thatsachen scheinen die Ansicht Longchamp's zu bestätigen, und die meisten heutigen Chemiker sind geneigt, wenigstens einen großen Theil der Salpeterbildung auf Rechnung des atmosphärischen Stickstoffs zu setzen, ohne damit andere, wie die vorhin erwähnten Bildungsweisen zu leugnen. Den Beweis aber zu führen, daß in einem gegebenen Falle von Salpeterbildung nicht aller Stickstoff vom Ammoniak herrühre, dürfte sehr schwierig sein bei der großen Verbreitung des Ammoniaks und der ammoniakbildenden Stoffe, die dem salpeterbildenden Boden auf allen möglichen Wegen zufließen können. Sie sind in den Bodenschichten der Oberfläche, wie in vielen Gesteinen der Tiefe vorhanden, aus der Luft wäscht sie der Regen nieder, und aus der Erde führt sie das Quellwasser herauf. Wenn es ferner auch unleugbar ist, daß unter gewissen Umständen der Stick-

stoff der Luft in die Zusammensetzung von Nitraten eintritt, so ist doch schwer nachzuweisen, daß dies gerade unter den besonderen Umständen geschieht, unter denen in der Natur die Salpeterbildung vor sich geht. Allerdings gelang es Cloëz im J. 1855, indem er sorgfältig von organischen Stoffen und von Ammoniak gereinigte Luft durch poröse Substanzen verschiedener Art, die mit Kali- und Kalklauge getränkt waren, hindurchgehen ließ, die Entstehung kleiner Mengen von Nitraten nachzuweisen, und diese Versuche sind später von Andern vielfach wiederholt und erweitert worden. Aber die Bedeutung aller dieser Thatsachen gipfelt sich doch zuletzt in der Hauptfrage, welches denn die eigentliche wirkende Ursache bei dieser Ueberführung des atmosphärischen Stickstoffs in Nitrate sei. Erst durch Schönbein's Entdeckung des Ozons ist darüber einiges Licht verbreitet worden. Schönbein hat gezeigt, daß, wenn Wassertropfen in einem heißen Platintiegel verdampfen, und die Dämpfe dann in einer Flasche aufgefangen und verdichtet werden, sich stets in dem gebildeten Wasser Spuren von salpetriger Säure und Ammoniak nachweisen lassen. Er hat ferner gezeigt, daß überhaupt verdampfendes Wasser auch bei niedrigeren Temperaturen deutlich nachweisbares salpetrigsaures Ammoniak liefert, am auffallendsten aber, wenn das Wasser kalihaltig war. Böttger geht noch weiter, indem er behauptet, daß bei jeder Verbrennung in der atmosphärischen Luft salpetrigsaures Ammoniak gebildet

werde. In der That lassen sich in den Verbrennungsprodukten des Holzes stets salpetrigsaures, in denen der Steinkohle schwefelsaures Ammoniak nachweisen, und selbst ein über einer gewöhnlichen Oellampe aufgehängtes feuchtes Schwämmchen nimmt in wenigen Minuten nachweisbare Mengen salpetrigsauren Ammoniaks auf. Ich habe schon in dem vorigen Kapitel auf die Bedeutung aufmerksam gemacht, welche diese Vorgänge bei der ungeheuren Menge verdampfenden Wassers auf der Erde für den großen Haushalt der Natur haben, indem sie eine Quelle des wichtigsten aller Nahrungsstoffe für die Pflanzenwelt eröffnen. Wir sehen sie jetzt eine andere Bedeutung erlangen, indem sie der Zerstörungslust des Menschen eine der wirksamsten Waffen an die Hand liefern. Daß das Ozon bei diesen wichtigen Processen eine hervorragende, ja vielleicht die Hauptrolle spielt, daß es die Umwandlung der salpetrigen Säure und selbst des Ammoniaks in Salpetersäure bewirkt, ist wohl kaum noch zweifelhaft, wenn auch diese Rolle selbst noch ziemlich verdeckt und geheimnißvoll sein mag. Wir verstehen aber nun erst die mächtige Salpeterbildung in den heißen Tropenländern, wo dem Ozon in der gehäuften atmosphärischen Electricität eine so reiche Quelle fließt, und die kräftige Verdunstung ihm Gelegenheit genug bietet, seine salpeterbildende Thätigkeit zu äußern.

2. Das natürliche Vorkommen.

Die wichtigste von allen Salpeterquellen ist der salpeterhaltige Boden Hindostans, wo die Erde in manchen Districten ganz von Kalk- und namentlich von Kalisalpeter durchdrungen ist. Diese Durchdringung geschieht während der trocknen Jahreszeit, wo der durch die vorangegangenen Regen überschwemmte Boden einer ununterbrochenen Verdunstung ausgesetzt ist, während in der Regenzeit eine ungeheure Menge organischer Substanzen in die Erde gewaschen sein muß, die nun dort ihre Zersetzung erleidet. Mag nun die Umwandlung des Ammoniaks in Salpeter an der Oberfläche oder in einer beträchtlichen Tiefe stattfinden, was ja beides nach dem früher Mitgetheilten möglich ist, so werden sich die Nitrate immer an der Oberfläche ansammeln, in Folge der fortwährenden Verdunstung, die zugleich ein beständiges Aufsteigen löslicher Stoffe aller Art aus der Tiefe und eine Ablagerung derselben an der Oberfläche mit sich führt. Denn das verdunstende Wasser läßt natürlich die nicht flüchtigen Substanzen aufgelöst zurück und ersetzt sich nach der Verdunstung durch frische Zuflüsse aus den tieferen und feuchteren Theilen des Bodens, die zugleich frischen Ersatz löslicher Stoffe herbeiführen. Auch in verschiedenen andern Ländern ist der Boden an gewissen Stellen mit bedeutenden Mengen von Nitraten geschwängert; so in Persien, in Aegypten, in Ungarn und Spanien, nirgends

jedoch in dem Grade wie in Hindostan. Die Erklärung dürfte in allen Fällen die gleiche sein; nur wird überhaupt die bloße Zersetzung organischer Stoffe nicht zureichen, sondern man wird dem Ozon bei jeder Ammoniak- und Salpeterbildung während der trocknen und heißen Jahreszeit einen wesentlichen Antheil zugestehen müssen.

Wenn die Salpetererzeugung an freier Luft nur unter besonderen Umständen in ansehnlichem Grade stattfindet, so werden dagegen in Höhlen oft bedeutende Mengen von Nitraten gebildet. Enthält die Erde des Höhlenbodens sowohl ammoniakliefernde Stoffe als mineralische Salze, so findet die Umwandlung des Ammoniaks in Nitrate überall statt, wo die Luft nicht ganz stagnirend ist, und bei Schutz gegen Regen sammeln sich die Nitrate an, bis sie nach einer Reihe von Jahren eine beträchtliche Menge erreichen. Man kann annehmen, daß sich die Erde in Höhlen bis zu einem zur Auslaugung geeigneten Grade in etwa 8 oder 10 Jahren mit Salpeter sättigt. In dem westlichen Theile Nordamerika's gibt es zahlreiche Höhlen, besonders in der deshalb als Höhlenkalk bezeichneten geologischen Formation, deren Boden reich von Nitraten durchdrungen ist. Die bekannteste von diesen ist die Mammuthöhle in Kentucky. Während des Krieges von 1812 fand in ihnen ein ziemlich eifriger Betrieb auf Salpeter statt, und wie man sagt, wurden sie zum großen Theil erschöpft. Wie hoch der Ertrag war, ist nicht mehr fest-

zustellen; man spricht von 150,000 Pfd. Auch darüber existirt keine zuverlässige Rechnung, was jetzt, nachdem die Höhlen Zeit gehabt haben, sich wieder mit Salpeter zu füllen, daraus gewonnen werden könnte. Nach allen annähernden Schätzungen dürfte es kaum mehr als ein Bruchtheil des gegenwärtigen jährlichen Bedarfs der nordamerikanischen Staaten sein. Das in diesen Höhlen erzeugte Nitrat ist Kalksalpeter, und die Umwandlung desselben in Kalisalpeter erfordert bedeutende Mengen von Pottasche. Dieser Bedarf an Pottasche vertheuert aber die Gewinnung des Salpeters aus solchen Quellen in hohem Grade. Von der besten amerikanischen Pottasche sind 100 Pfd. erforderlich, um etwa 133 Pfd. Kalisalpeter zu bilden. Die schwierige Herbeischaffung der hinreichenden Pottasche wurde darum auch bei der Ausbeutung dieser Höhlen ein ernstes Hinderniß. Das Holz, das in der Nähe wuchs, wurde in großen Mengen verbrannt, und seine Asche ausgelaugt. Aber der Uebelstand zeigte sich noch größer, als man gefürchtet, da der benachbarte Boden fast nur aus Kalkstein besteht und die darauf wachsenden Pflanzen daher eine weniger kali- als kalkreiche Asche liefern. Der zweckmäßigste Vorschlag zur Ausbeutung dieser Höhlen ist von Dr. Craig im J. 1858 in einem der Smithsonian Institution erstatteten Bericht gemacht worden. Er geht dahin, große Mengen zur Salpeterbildung geeigneter Erde, namentlich solcher, die aus der Zersetzung feldspathhaltiger Gesteine hervorgegangen ist, in die Höhlen

zu schaffen und sie darin zu lassen, bis ein ernstes Bedürfniß nach Salpeter eintritt.

Eine unter sehr ähnlichen Umständen, wie in den Höhlen, vor sich gehende Nitratbildung bildete namentlich in Europa lange Zeit die Hauptquelle für die Salpetergewinnung. In alten Gebäuden, besonders in Kellern und dumpfigen Hintergebäuden wird nämlich Kalksalpeter in großer Menge im Mörtel, im Lehm und bisweilen auch in porösen Kalksteinen gefunden, die als Baumaterial gedient haben. Wir haben hier, wie in den Höhlen, Schutz gegen Regen und eine feuchte Atmosphäre, und auch hier sind in vielen Fällen, wie in den Kellern und Fundamenten der Gebäude in einem schlecht drainirten Boden, Zersetzungen organischer Stoffe wirksam. Der Verfall der Mauern in Folge der Nitratbildung ist ja unter dem Namen des „Salpeterfraßes" bekannt. Die Franzosen waren während der Revolutionskriege fast einzig auf diese Salpeterquelle angewiesen.

Eine Salpeterbildung ganz eigenthümlicher Art kommt in Südamerika vor, wo Natronsalpeter, ein sonst nirgends in größeren Mengen auftretendes Salz, in ungeheuren Quantitäten gefunden wird. Der südliche Theil von Peru zwischen dem 18. und 22. Grade südl. Br. bildet bekanntlich einen schmalen Landstrich, der westlich vom Stillen Meere, östlich von der Andeskette begrenzt wird. Dieser mehrere hundert englische Meilen lange Landstrich ist eine Fortsetzung der berüchtigten Wüste Atacama, von derselben Dürre, ebenso entblößt

von Wasser und Pflanzenwuchs, und bildet die Provinz Taragala, deren wichtigster Hafen Iquique heißt. Wandert man von diesem Hafen landeinwärts, so hat man zunächst ein sanft abfallendes, aus losem Sand bestehendes, etwa 1000 Fuß hohes Hügelland zu ersteigen. Oben findet man bedeutende Salzablagerungen, namentlich aus schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) und Borax bestehend, und von letzterem Salze werden gegenwärtig allein 15—20,000 Centner im Werthe von 4—5 Dollar per Centner jährlich ausgeführt. Die ganze Gegend ist eine furchtbare Oede, und die umherliegenden Salzschollen geben ihr das Ansehen eines Schneefeldes, ehe die letzten schmutzigen Stellen hinweggethaut sind. Hat man diesen etwa 10 engl. Meilen breiten Kamm hinter sich, so gelangt man zu einer 3000 Fuß über der Meeresfläche liegenden Ebene, die sich in beträchtlicher Breite etwa 80 engl. Meilen am Fuße der Anden hinzieht, der Ebene von Tamarugal. Da wo diese Ebene in das Küstengebirge übergeht, so wie an den Seiten einiger hohen Bachufer und in einigen Gebirgshöhlen findet man die Ablagerungen des Natronsalpeters, der im Handel gewöhnlich unter dem Namen des Würfel- oder Chilisalpeters bekannt ist. Die meisten dieser Salpeterlager sind 500 Ellen breit, an manchen Stellen 7—8 Fuß mächtig und bisweilen völlig rein. Die Höhlen gleichen ausgetrockneten Teichen und sind 2—3 Fuß stark mit Salz bedeckt. Die Güte dieses Salzes ist sehr verschieden; der Gehalt an Würfelsalpeter steigt

von 20—85 Procent; daneben kommen Beimischungen von Eisen, Jod, schwefel- und kohlensaurem Natron, salzsaurem Kalk, gelegentlich auch borsaurem Natron vor. Die Ebene von Tamarugal enthält eine so ungeheure Menge von Würfelsalpeter — man schätzt sie auf 60 Millionen Tonnen oder 1200 Millionen Centner, — daß, wenn man die jetzige jährliche Ausfuhr zu Grunde legt, sie für den Bedarf von ganz Europa ein volles Jahrtausend ausreicht. Ueberdies findet sich dieses Salz auch in der Wüste von Atacama und an mehreren Stellen in den Anden.

Das Vorhandensein des Würfelsalpeters in Tamarugal ist bereits seit mehr als 100 Jahren in Europa bekannt; gleichwohl kam die erste Sendung desselben nach England im J. 1820. Sein Schicksal ist also ein ganz ähnliches gewesen, wie das des ganz in der Nähe jener wüsten Küsten angehäuften Guano's, der, gleichfalls längst bekannt, doch noch einige Jahre später zuerst nach Europa kam. Die erste Ladung von Würfelsalpeter wurde in England in das Meer geworfen, weil er einen zu hohen Eingangszoll zahlen sollte. Zehn Jahre später, im J. 1830, kam eine zweite Ladung nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Da sie aber dort nicht verkauft werden konnte, wurde ein Theil derselben nach Liverpool geschickt, wo sie gleichfalls unverkäuflich blieb. Erst einige Jahre darauf wurde eine Ladung in England mit 35 Pfd. Sterling per Tonne (10 ½ Rℓ. per Ctr.) verkauft; und seitdem sind bis zum

J. 1850 allein aus dem Hafen von Iquique 239,860 Tonnen zu einem Werthe von 5 Mill. Pfd. Sterl. ausgeführt worden. Im J. 1859 hatte die Ausfuhr bereits nicht weniger als 1,574,200 Centner erreicht, und davon ist etwa die Hälfte nach Deutschland gelangt. Der Marktpreis hat sich gegenwärtig auf 16—17 Pfd. Sterl. für die Tonne (5 — 5 ½ Rℳ. f. d. Ctr.) festgestellt. Auch dieser Preis ist indeß noch viel zu hoch und erklärt sich nur den aus Kosten für den Transport des Würfelsalpeters bis zur Seeküste. Dieser kann nämlich bei dem Mangel jeder Straße nur auf Mauleseln bewirkt werden, die bei den vielen Krümmungen und Windungen des in gerader Linie vielleicht nur 10 — 15 engl. Meilen langen Weges einen ganzen Tag dazu gebrauchen.

Bisher ist der Würfelsalpeter fast nur von den chemischen Fabriken zur Fabrikation der Salpetersäure und anderer Chemikalien verwandt worden. Zum Ersatz des Kalisalpeters in der Schießpulverfabrikation eignet er sich nicht wegen seiner Eigenschaft, zu zerfließen. Ihn in Kalisalpeter mit Hilfe von Pottasche umzuwandeln, gestattet der hohe Preis der letzteren nicht. Mit Rücksicht auf die Zwecke seiner Verwendung ist er bisher auch nur gereinigt nach Europa eingeführt worden. Diese an Ort und Stelle in den Werkstätten der kleinen Städte Alt- und Neu- La-Noria vorgenommene Reinigung ist aber mit vielen Umständen und Kosten verbunden und dadurch eine andere Hauptursache des hohen Preises. Es fehlt daselbst an Wasser und Feuerungs-

material. Selbst in Iquique ist der Wassermangel so groß, daß die Stadt mittelst eines Destillirapparats mit dem nöthigen Trinkwasser versehen werden muß. Das Feuerungsmaterial aber besteht nur in englischen Steinkohlen, die von England aus um das Kap Hoorn herum in den Hafen von Iquique gesandt werden und von da auf Maulthieren nach La Noria gehen. Diese Vertheuerung ist hauptsächlich daran schuld, daß der Würfelsalpeter noch nicht in größerem Umfange in der Landwirthschaft zur Verwendung gekommen ist, obgleich er eins der vorzüglichsten Düngemittel abgeben würde. Dazu bedürfte es gar nicht einmal jener kostspieligen Reinigung; denn die 15 oder 30 Procent ihn gewöhnlich verunreinigender Stoffe sind meist Salze, die für landwirthschaftliche Zwecke mindestens unschädlich, zum Theil sogar nützlich sind. Das Rohmaterial aber bedeckt ungeheure Strecken der Küste und läßt sich wie Kies graben, so daß es nur eines Chaussee- oder Eisenbahnbaues von wenigen Meilen bedürfte, um den Preis per Tonne von 16 auf 6 Pfd. Sterl. herabzubringen. Daß der große Landstrich aber, auf dem der Würfelsalpeter sich findet, durch ein Monopol ausgebeutet werde, wie es die peruanische Regierung leider mit den Guanoinseln gethan hat, ist glücklicher Weise nicht zu befürchten; denn sollte es auch dieser Regierung beifallen, so würde man den Salpeter aus der benachbarten, zu Bolivia gehörigen Wüste Atacama beziehen können.

Noch gibt es zwei natürliche Nitratbildungen, die

in wesentlichen Stücken von allen sonst bekannten Vorkommen abweichen. Es sind der salpeterhaltige Kalk des Pariser Beckens und die Salpeterhöhlen von Ceylon. In beiden Fällen befinden sich die Nitrate an der Oberfläche der Felsen, zum Theil wie eine Efflorescenz, und erneuern sich, wenn sie abgeschabt sind, zweimal im Jahr und öfter. Im Pariser Becken ist es Kalksalpeter, der sich überall an den nach Süden ausgesetzten Flächen der Felsen bildet, namentlich bei heißem und feuchtem Wetter. Die Werke sind seit langer Zeit in Betrieb, und man schätzt ihre jährliche Produktion auf 150,000 Pfd. Die Salpeterhöhlen auf Ceylon, deren 20—30 gezählt werden, sind Aushöhlungen in einem porösen Gestein, das aus Kalkstein, Talk und Feldspath besteht. Die Nitrate, die sich bilden, sind Kalisalpeter, Kalksalpeter und Magnesiasalpeter, der erste vorherrschend. Mehrere von diesen Höhlen sind von John Davy untersucht worden. Er beschreibt die eine als eine Höhlung von ziemlich regelmäßiger Gestalt, etwa 200 Fuß lang und 100 Fuß breit. Darin sind 16 Arbeiter 6 Monate im Jahr beschäftigt, die Oberfläche des Gesteins abzuschaben und daraus den Salpeter auszulaugen. Jeder dieser Leute liefert als jährliche Abgabe an die Regierung einen halben Centner Salpeter, so daß die Gesammtausbeute eine sehr beträchtliche sein muß.

In diesen Höhlen sowohl, als in den Pariser Steinbrüchen werden die Nitrate nur bis zur Tiefe eines Bruchtheils von einem Zolle unter der Oberfläche der

Felsen gefunden, und wenn diese dünne Kruste hinweggenommen ist, sind 1—6 Monate erforderlich, damit sich die frische Oberfläche von Neuem mit Salpeter sättigt. In beiden Fällen sind die Bedingungen, unter denen die Salpeterbildung vor sich geht, ziemlich gleiche. Sie geschieht an der Oberfläche eines porösen Gesteins, das beständig feucht und einer warmen Temperatur ausgesetzt ist; denn auch in Frankreich bilden sich die Nitrate nur an der Südseite und hauptsächlich im Sommer. Der Vorgang ist ein viel schnellerer als bei der gewöhnlichen Salpetererzeugung in der Höhlenerde und darum wohl davon zu unterscheiden. In geringerer Ausdehnung findet diese Salpeterbildung auch noch an andern Oertlichkeiten statt, so in manchen Höhlen Nordamerikas; doch scheint in den großen Höhlen dieses Landes nur die Erde des Höhlenbodens, nicht das Gestein selbst der Sitz der Erscheinungen zu sein.

Sowohl bei dem Pariser Kalk als bei den Höhlen auf Ceylon kann man schwerlich die Salpetererzeugung einer Mitwirkung organischer Stoffe zuschreiben. Man könnte sich allenfalls denken, daß hier eine Durchsickerung von Wasser, das mit organischen Zersetzungsprodukten erfüllt wäre, stattfände, und es ist auch behauptet worden, daß der Stickstoff der thierischen Ueberreste der Vorzeit, die sich im Kalkstein finden, eine Quelle für die Nitratbildung abgebe. Indessen gibt es bei den Salpetergruben von Paris einen Punkt, der wohl zu beachten ist. Auf der Oberfläche der Haufen des aus-

gelaugten Gesteinschutts bilden sich nämlich ebenso Nitrate wie auf den Gesteinen selbst. Das scheint also nicht auf eine Mitwirkung organischer Stoffe, sondern eher auf eine Umwandlung des atmosphärischen Stickstoffs unter dem Einfluß des bereits erwähnten Ozons in Verbindung mit einer besonderen Beschaffenheit des Gesteins hinzudeuten.

---

3. Die künstliche Salpetererzeugung.

Eine Art künstlicher Salpetererzeugung ist unter dem Namen der Salpeterplantagen lange Zeit hindurch in Gebrauch gewesen, und namentlich in Europa hat man darauf viele Mühe und Aufmerksamkeit verwandt. Noch heute ist in Schweden jeder Bauer verpflichtet, ein Salpeterbeet zu unterhalten und der Regierung einen gewissen Betrag an Salpeter abzuliefern. Das gewöhnliche Verfahren bei diesen Salpeterplantagen besteht darin, daß man stickstoffhaltige thierische Substanzen mit allerlei kohlensauren Salzen, mit Bauschutt, Lehm, Abfällen der Seifensieder, Asche u. dgl. mischt und in pyramidale Haufen schichtet, die man dann der atmosphärischen Luft, aber nicht dem Regen aussetzt und von Zeit zu Zeit mit etwas Wasser oder gebrauchter Seifensiederlauge befeuchtet. An manchen Orten werden diese Haufen von Zeit zu Zeit umgewandt, um frische Ober-

flächen der Luft auszusetzen. In Deutschland und namentlich in Preußen pflegte man — denn gegenwärtig sind die Salpeterplantagen hier meist verschwunden — aus mit Mist gemengter Erde Mauern aufzuschichten, die durch Pferdeharn feucht erhalten wurden. Das Abfließende wurde in einer Vertiefung hinter der Mauer gesammelt und wieder zurückgegossen. An der dem Winde zugekehrten Seite, an der also die Verdunstung am schnellsten vor sich geht, fand auch die Salpeterauswitterung statt. Hatte sich eine hinreichende Menge Salpeter angesammelt, so wurde er weggenommen und ausgelaugt, die Mauer aber auf der andern Seite wieder durch frische Erde ergänzt. Die Flüssigkeit, die beim Auslaugen erhalten wurde, enthielt aber außer dem Salpeter noch etwas salpetersaures Natron, viel salpetersauren Kalk und einige Chlormetalle.

Der Haupteinwurf, den man gegen die Zweckmäßigkeit dieser Salpeterplantagen erheben kann, ist wohl der, daß, während die Nitrate sich an der Oberfläche bilden, wo die Luft freien Zutritt hat, im Innern der Haufen die anwesenden organischen Stoffe das entgegengesetzte Bestreben bethätigen, sie in Ammoniak zurückzuverwandeln, so daß unter dem Einfluß dieser Gegensätze der Proceß der Salpeterbildung nur sehr langsam vor sich gehen kann. In der Praxis hat man in der That gefunden, daß ungefähr drei Jahre erforderlich sind, wenn eine gewöhnliche Salpeterplantage für die Auslaugung reif werden soll. Wenn man nun erwägt,

wie viele Arbeit in dieser Zeit darauf verwandt werden mußte, wie viel Material, das für landwirthschaftliche Zwecke sehr werthvoll gewesen wäre, so dürfte der Nutzen dieser Salpeterplantagen sehr fraglich erscheinen. Die reiche Salpetereinfuhr aus Indien hat denn auch in neuerer Zeit diese Plantagen sehr verringert, zumal sie bei der Langsamkeit ihres Umwandlungsprocesses auch nicht einmal für plötzlich eintretende Nothfälle als eine Aushilfe gelten können. Man würde allerdings diese Umwandlung aller Wahrscheinlichkeit nach bedeutend beschleunigen können, wenn man, statt solche Haufen zu machen, die ammoniakalischen Ausdünstungen organischer Stoffe, gemischt mit Luft und Feuchtigkeit, nöthigte eine poröse Erde oder irgend eine andere geeignete Masse zu durchdringen.

Wenn man in früheren Zeiten nicht bessere Mittel zur künstlichen Salpetererzeugung kannte, so darf uns das nicht verwundern; aber es fragt sich, ob sich nicht solche bei unserer gegenwärtigen Kenntniß von der Natur und bei den uns heute zu Gebote stehenden industriellen Mitteln auffinden lassen. Im Allgemeinen werden dabei zwei Wege eingeschlagen werden können, der eine, auf dem man die Oxydation des Ammoniaks, der andere, auf dem man die Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs versucht. Der erstere ist der näher liegende und die meiste Aussicht auf praktischen Erfolg gewährende Wir kennen ja so mancherlei Mittel, durch welche sich die Umwandlung des Ammoniaks in Nitrate bewirken

läßt, und es wäre leicht, noch andere nicht minder erfolgreiche anzugeben. Aber es handelt sich vor allem um die Frage, wie das Ammoniak selbst in hinreichender Menge zu beschaffen ist.

Ammoniak wird bei der Gasfabrikation in großer Menge erzeugt. Es verläßt mit dem Gase die Retorten und wird von diesem theils durch Verdichtung als Ammoniakwasser, theils auf mechanischem Wege durch den zur Reinigung dienenden Kalk getrennt; bisweilen geschieht es auch mit Hilfe des Wassers, das zum Waschen des Gases dient, oder es werden auch besondere Reinigungsmittel in Betreff des Ammoniaks angewandt, dessen Anwesenheit im Gase nachtheilig ist. Das Ammoniakwasser wird theils zur Darstellung der verschiedenen Ammoniaksalze, theils auch als Düngemittel benutzt; noch häufiger läßt man es unbenutzt abfließen. Auf experimentellem Wege ist ermittelt worden, daß das bei der Destillation der Kohle von einer einzigen Tonne gewonnene Ammoniak hinreichen würde, um 7 Pfund schwefelsaures Ammoniak zu bilden. Höhere Angaben, nach denen sogar 100 Pfd. schwefelsauren Ammoniaks von einer Tonne Kohle gewonnen werden sollen, sind mit Mißtrauen entgegenzunehmen, da sie auf der irrigen Voraussetzung beruhen, daß aller Stickstoff der Kohle in Gestalt von Ammoniak ausgeschieden werde. Aber wenn wir uns auch nur an die obige niedrige Angabe halten, so würden die Gasanstalten Londons hinreichen, nicht weniger als 1300 Tonnen schwefelsauren Ammo-

niaks, oder da 1 Pfd. dieses Salzes, wenn man das Ammoniak in Salpeter umwandelt, zur Bildung von $1{,}_{53}$ Pfd. Salpeter hinreicht, nicht weniger als 2000 Tonnen oder 40,000 Centner Salpeter zu erzeugen.

Das am meisten zur Verwendung kommende Ammoniaksalz ist das schwefelsaure, das im Handel ungefähr 5—6 Thlr. pro Centner gilt, — ein ziemlich hoher Preis, der durch die zu seiner Darstellung erforderliche Schwefelsäure bewirkt wird. In England wurde eine Zeit lang eine rectificirte Ammoniakflüssigkeit verkauft, deren Ammoniak nur etwa auf ⅓ des Preises zu stehen kam, für den es in Gestalt schwefelsauren Ammoniaks hätte gekauft werden können. Sie war aus einer Destillation des in den Gasfabriken erhaltenen Ammoniakwassers gewonnen worden, kam aber nie in allgemeinen Gebrauch. Das schwefelsaure Ammoniak wird nämlich hauptsächlich als stickstoffreiches Düngemittel benutzt, und für diesen Zweck ist das Ammoniakwasser selbst nicht gut zu verwerthen, da es größtentheils im Winter producirt wird, wo es nicht auf den Acker gebracht werden kann, und da es seiner großen Feuchtigkeit wegen sich nicht gut aufbewahren läßt, ohne zuvor in ein nicht flüchtiges Salz verwandelt zu sein. Für die Salpetererzeugung könnte das Ammoniakwasser allerdings sofort verwandt werden.

Um das sich der Verdichtung entziehende und mit dem Gase entweichende Ammoniak von dem Gase zu trennen, gibt es zahlreiche Mittel, die aber noch selten

benutzt werden. Wollte man das Ammoniak zur Salpeterbereitung benutzen, so müßte man dazu Substanzen verwenden, die in der Hitze leicht zersetzbare Ammoniakverbindungen liefern, etwa phosphorsaure Magnesia oder Borsäure. In mehreren Gasanstalten Londons wird nach der Croll'schen Methode Schwefelsäure in dem Reinigungsapparat angewandt, mit welcher sich dann das Ammoniak verbindet. Diese Fabriken sollen täglich einige Tonnen schwefelsauren Ammoniaks gewinnen. In Amerika läßt man das Ammoniakwasser meist ganz unbenutzt abfließen; wenigstens geschieht das in Philadelphia in einer der größten und besteingerichteten Gasanstalten.

Nächst den Gasanstalten bilden thierische Substanzen aller Art die billigsten und reichsten Ammoniakquellen. Jeder Thierstoff liefert Ammoniak genug, um ein Viertel oder Drittel seines Gewichts an Salpeter zu erzeugen. Schon die alten Aegypter sollen es verstanden haben, durch eine Art von Destillation aus dem bei der Verbrennung von Thiermist gewonnenen Ruß ein ammoniakalisches Salz zu bereiten. Gewöhnlich stellt man Ammoniak durch die Destillation von Knochen, Blut, Häuten und allerlei thierischen Abfällen dar. Benutzt man Knochen, so erhält man die Knochenkohle als Rückstand, während andere Thierstoffe eine Kohle geben, die zur Darstellung des Berliner Blau dient. Uebrigens wird Ammoniak auch bei jeder freiwilligen Zersetzung thierischer Stoffe entwickelt, und manches jetzt unbeachtet

entweichende könnte bei einer gut eingerichteten Salpeterfabrikation wohl verwerthet werden. In der Destillation des Torfes ist noch neuerdings eine Quelle für Ammoniaksalze eröffnet worden. Kurzum, es ist keine Schwierigkeit vorhanden, Ammoniak in jeder beliebigen Menge und auf sehr billige Weise zu erzeugen.

Die Umwandlung des Ammoniaks in Nitrate kann aber hauptsächlich auf zwei Wegen geschehen. Man kann einmal dazu die unmittelbare Einwirkung des Sauerstoffs der Luft unter den bereits erwähnten Bedingungen benutzen. Dieser Weg ist in der Praxis noch nicht eingeschlagen worden. Zwar wurde im J. 1842 in England ein Patent auf ein Verfahren genommen, wonach mit Hülfe poröser Körper (Platinschwamm u. s. w.) Ammoniak in Nitrate umgewandelt werden sollte. Doch scheint es ohne Erfolg geblieben zu sein. Das zweite Mittel beruht auf der Anwendung der sogenannten Superoxyde, die gewissermaßen als Ueberträger für den Sauerstoff betrachtet werden können, indem sie unter Umständen einen Theil ihres Sauerstoffs abgeben, um andere Körper zu oxydiren. Dahin gehört vor Allem das Mangansuperoxyd (Braunstein), das in der Hitze einen Theil seines Sauerstoffs an das Ammoniak abgibt und es in ein Nitrat verwandelt, dann aber wieder, an der Luft erhitzt, von Neuem Sauerstoff aufnimmt und in den Zustand des Superoxyds zurückkehrt, also wieder zur Verwandlung neuer Ammoniakmengen dienen kann. Kuhlmann hat diese Art der Salpetererzeugung na-

mentlich für Frankreich empfohlen, damit es bei einem zukünftigen Kriege nicht mehr in die Verlegenheit komme, für diesen Artikel sich auf fremde Quellen angewiesen zu sehen. Statt des Mangansuperoxyds können natürlich auch andere Superoxyde, z. B. des Bariums u. s. w., in derselben Weise benutzt werden.

Es gibt aber noch einen andern Körper, der in ansehnlichem Grade die Kraft besitzt, Ammoniak zu oxydiren, wenngleich die Art seiner Wirkung noch unerklärt ist. Nach Versuchen des englischen Chemikers Ashe erleidet nämlich das Ammoniak, wenn es in Dampfform, mit Luft gemischt, in Berührung mit frisch bereitetem Chromoxyd kommt, eine so schnelle Oxydation, daß das Chromoxyd zum Glühen kommt und rothglühend bleibt, bis alles Ammoniak verzehrt ist. Uebrigens tritt diese Erscheinung nicht blos beim Ammoniak, sondern auch bei vielen andern oxydirbaren Dämpfen ein. Ashe ist der Ansicht, daß sich diese Wirkung des Chromoxyds wohl in ähnlicher Weise erklären lasse, wie die des Platinschwammes, so daß sie also nur auf einer physikalischen Eigenschaft, nämlich der Porosität, beruhte. Unzweifelhaft mag auch die Hauptursache eine solche sein, möglich aber wäre doch, daß das Chromoxyd auch zugleich einen Theil seines Sauerstoffs auf das Ammoniak übertrüge und dabei selbst auf eine niedrige Oxydationsstufe überginge. Jedenfalls verdient diese Eigenschaft des Chromoxydes eine Beachtung in der Salpeterfabrikation.

Nächst dem Ammoniak haben wir als Quelle der

Nitratbildung die unmittelbare Vereinigung der Elemente der atmosphärischen Luft, des Stickstoffs und Sauerstoffs, bezeichnet. Daß eine solche möglich sei, ist experimentell erwiesen; daß sie in der Natur in großartigem Maßstabe vor sich gehe, ist mehr als wahrscheinlich. Leider ist aber dieser Gegenstand bisher noch sehr unvollkommen erforscht, und was sich darüber anführen ließe, dürfte kaum den Bereich bloßer Vermuthungen übersteigen. Sollte es aber einmal gelingen, der Salpeterfabrikation im Großen diesen Weg zu eröffnen, so wird der Erfolg ein unberechenbarer sein.

Nach allem Mitgetheilten kann es in Verwunderung setzen, daß trotz der Wichtigkeit des Gegenstandes, trotz der langen Reihe von Jahren und Jahrhunderten, durch die das Interesse der civilisirten Völker mit ihm verknüpft gewesen ist, unsre wirkliche Kenntniß desselben eine so beschränkte geblieben ist. Wir müssen dabei einer Bemerkung des französischen Chemikers Dumas gedenken, daß blos die Beobachtung des Processes, der in den Salpeterplantagen vor sich geht, einen solchen Aufwand von Zeit und Mühe erfordern würde, daß Niemand den Muth haben würde, es zu unternehmen, und dasselbe dürfte für das Studium jeder Art von Salpetererzeugung gelten. Gleichwohl ist die Wissenschaft doch sonst nicht gewohnt, Mühe zu scheuen. Aber alle Versuche und Beobachtungen, die in den letzten 30 Jahren über Salpeterbildung gemacht wurden, sind nur vereinzelte und gelegentliche gewesen; keine hat zu einem allgemeinen Gesichtspunkt

geführt. Ein solcher scheint erst, wenn auch noch in rohen Anfängen, durch die Entdeckung des Ozon gewonnen, und zwar ist es die landwirthschaftliche Bedeutung des Salpeters gewesen, die zu den wichtigen Beobachtungen der neuesten Zeit auf diesem Gebiete geführt hat. Wir können dabei eine Bemerkung nicht unterdrücken, die sich uns unwillkürlich aufdrängt. Derselbe Stoff, der Jahrhunderte lang als zerstörende Kraft die eigentliche Wissenschaft gleichgültig ließ, wird in dem Augenblick eines der mächtigsten Anregungsmittel der wissenschaftlichen Forschung, wo eine wohlthätige, productive Eigenschaft an ihm erkannt wird. Wohl möchte darum unsere im Eingange dieses Kapitels ausgesprochene Behauptung gerechtfertigt erscheinen, daß es nicht so die Kenntniß der zerstörenden, als vielmehr der erhaltenden und schaffenden Kräfte der Natur war, die den Fortschritt unseres Wissens wie unserer Kultur überhaupt bedingte.

Wenn aber die Salpeterfabrikation selbst trotz der glänzenden Entwickelung unsrer heutigen Chemie so geringe Förderung erfahren hat, zumal auch der praktische Chemiker bei der wachsenden Salpetereinfuhr aus Indien und Südamerika und der geringen Aussicht auf ein Steigen der Preise sich nicht veranlaßt sah, sie zum Gegenstand einer Spekulation zu machen, so ist man doch vielfach bemüht gewesen, Ersatzmittel theils für den Salpeter, theils für das Schießpulver überhaupt aufzufinden. Für den Salpeter, d. h. den Kalisalpeter,

in der Schießpulverfabrikation einen Ersatz einzuführen, ist noch nicht gelungen. Natron- Kalk und Magnesia-Salpeter, die sich allerdings weit billiger herstellen ließen, besitzen leider die üble Eigenschaft, Wasser anzuziehen, und dadurch das Pulver feucht zu machen. Vor einigen Jahren wurden einmal wasserdichte Patronen in den Handel gebracht, welche auf der Anwendung dieser Salpetersorten beruhten. Auch sollen mit solchem Pulver, das in Collodium eingehüllt war, sowohl bei Kanonen als kleineren Waffen günstige Erfolge erzielt worden sein. Sollte es gelingen, in dieser Weise den billigeren Nitraten einen allgemeinen Eingang in der Kriegskunst zu verschaffen, so würde damit eine große Ersparung in den Militäretats erreicht werden. Das Schießpulver selbst durch neue Explosionsstoffe zu verdrängen, deren die Chemie in den letzten Jahren so manche geliefert hat, ist wenigstens für manche Zwecke nicht ohne Erfolg versucht worden. Ueber diese Stoffe wird das folgende Kapitel ausführlicher berichten. Den Eindruck aber wird der Leser aus diesen Mittheilungen ohne Zweifel entnehmen, daß die Salpeterfabrikation noch bei weitem nicht auf der Höhe der heutigen chemischen Wissenschaft steht.

Die explodirenden Stoffe.

Wenn man heute von den berühmten Kämpfen der homerischen Helden vor Ilium liest und sie dann etwa vergleicht mit den Kämpfen der französischen und englischen Soldaten vor dem modernen russischen Ilium, Sebastopol, dann muß man bekennen, daß sich kaum irgendwo der Fortschritt des Menschengeistes schärfer ausprägen kann, als in den Mitteln der Kriegführung. Was ist der Speer, den Ajax wirft, oder der Pfeil vom Bogen des Diomedes, was ist das Schwert eines Achilles gegen die gezogenen Büchsen und Kanonen, gegen die Bomben und glühenden Kugeln, welche den Boden der Krim mit Leichen bedeckten und die stolze Feste in einen Schutthaufen verwandelten! Es mag traurig scheinen, daß gerade in der Zerstörungskunst der Mensch sich so scharfsinnig zeigte, daß gerade in der Industrie des Mordens er so glänzende Fortschritte machte. Man kann sich indeß damit trösten, daß durch die verbesserten Mittel der Kriegführung die Kriege wenigstens kürzer geworden sind, und wenn man weiß, daß mehr Menschen durch Krankheiten und die Entbehrungen und Strapazen des Krieges als durch die mörderischen Waffen der Schlacht den Tod finden, so wird man es begreifen, daß die Kriege auch trotz der Furchtbarkeit der Geschosse unblutiger geworden sind.

Wenn man den Krieg durch seine Geschichte verfolgt, so findet man, daß bis in das Mittelalter hinein die Schlachten noch ziemlich so aussahen, wie zur Zeit der Helden vor Troja. Die große Umwandlung wurde erst bewirkt durch die Einführung der Feuerwaffen, durch die Erfindung oder das Bekanntwerden explodirender Stoffe. Der Volksglaube schrieb den Ursprung desjenigen unter den explodirenden Stoffen, der jedenfalls die größte Rolle gespielt hat, des Schießpulvers, bösen Geistern zu. Als so ganz böse haben sich diese Geister in ihren weitern Wirkungen freilich nicht erwiesen; denn sie haben vielmehr wie luftreinigend in der Geschichte gewirkt, die verrottete Feudalwirthschaft vernichtet, das Städtewesen gehoben und endlich die Völker frei gemacht. Aber gefangene Geister sind es in der That, die im Schießpulver, wie in allen explodirenden Stoffen losgelassen werden.

Alle Explosion beruht nämlich auf dem Freiwerden gefangen gehaltener Gase oder Luftarten. Schon der Knabe, wenn er seine Knallbüchse ladet, treibt sein Spiel mit dem Freiheitsdrange der Luft, die er zwischen zwei Korkstöpseln in einer Röhre eingeschlossen hat und gewaltsam zusammenpreßt. Die Windbüchse ist nur eine künstlichere Ausführung dieses Spielzeugs. Hier wird die Luft in einer besonderen Kammer durch eine Pumpe zusammengepreßt, um dann, durch ein geöffnetes Ventil losgelassen, die Kugel aus dem Laufe zu treiben. Aber die Natur weiß in noch ganz anderer Weise, als durch

bloße Zusammenpressung und Verdichtung, Luftarten gefangen zu halten, und der Mensch hat ihr diese Kunst abgesehen und bannt nun gleichfalls mit Hülfe chemischer Processe Luft in feste Formen. Die meisten festen Körper enthalten nämlich ungeheure Mengen verschiedener Luftarten in gebundenem oder gefangenem Zustande in sich. Ein einziger Marmorblock von 1 Kubikfuß Rauminhalt schließt nicht weniger als 222 Kubikfuß Luft, nämlich Kohlensäure in sich. Ein einziges Loth doppeltkohlensauren Natrons enthält sogar 247 Kubikzoll oder fast vier preuß. Quart dieses kohlensauren Gases. Ein einziges Pfund Kochsalz hält 3 Kubikfuß einer anderen Luftart, des Chlorgases, gefangen. Diese gefangenen Luftarten erhalten ihre Freiheit wieder theils durch Wärme, theils durch chemische Processe, in welchen dem Stoffe, der sie gefangen hielt, andere willkommenere Stoffe preisgegeben werden. So kann die Kohlensäure aus dem Marmorblock durch die Hitze des Kalkofens ausgetrieben werden; sie kann aber auch freigemacht werden durch die Einwirkung einer Säure, etwa der Schwefelsäure, die den Kalk an sich fesselt, um mit ihm Gyps zu bilden. Dieses bloße Freiwerden gefangener Gase genügt freilich noch nicht, um eine Explosion zu bewirken. Wir sehen zwar den Kalkstein unter der Einwirkung der Schwefelsäure sich blähen, aufwallen, sogar platzen und zerspringen, aber eine eigentliche Explosion erfolgt nicht, wenn die Kohlensäure entweicht. Zu einer Explosion gehört vor Allem ein plötzliches Frei=

werden der gesammten Gasmenge. Es ist dabei aber zugleich noch ein anderer Umstand zu berücksichtigen. Welchen Raumumfang eine bestimmte Gasmenge einnehme, hängt ganz von der Temperatur ab. Je höher die Temperatur eines eingeschlossenen Gases ist, desto größer wird darum auch sein Verlangen, sich auszudehnen, desto größer die Gewalt, mit welcher es die Hindernisse seiner Freiheit aus dem Wege räumt. Daraus ist erklärlich, daß selbst Luftarten, wenn sie plötzlich in eine hohe Temperatur versetzt werden, Explosionen veranlassen können. Eine solche Temperaturerhöhung wird aber in der Regel durch die schnelle Vereinigung zweier Gase mit einander, durch eine Verbrennung bewirkt, und es ist dann das gas- oder dampfförmige Verbrennungsprodukt, welches durch die plötzliche Erhitzung veranlaßt wird, seine ausdehnende Gewalt zu gebrauchen und in einer Explosion seine Umgebung zu erschüttern.

Eine solche Luftart, welche durch ihre Verbrennung die Veranlassung zu furchtbaren Explosionen geben kann, war auch schon den Alten bekannt. Schon Plinius erwähnt brennbarer luftförmiger Ausströmungen aus verschiedenen Gegenden der Erde. Er würde auch von Explosionen zu berichten gehabt haben, wenn damals schon der Bergbau, namentlich auf Steinkohlen, in Aufnahme gewesen wäre. Aus dem Mittelalter, wo man bereits fleißig die Tiefen der Erde durchwühlte, fehlte es darum an Schilderungen solcher entsetzlicher Explosionen nicht. Schon der Mönch Basilius Va-

lentinus, einer der bedeutendsten alchemistischen Schriftsteller des 15. Jahrhunderts, spricht von den Feuererscheinungen, welche in den Bergwerken vorkommen, und von den erstickenden Schwaden, welche vor den Feuererscheinungen bemerkbar sind. Er meint freilich, daß es nicht die Schwaden seien, von denen die Flamme ausgehe, sondern daß das Feuer aus dem Gestein komme, um die giftige Luft zu vertilgen. Heute sind die sogenannten „schlagenden Wetter" oder „feurigen Schwaden„ allen Bewohnern von Bergwerksgegenden bekannt und ein Schrecken der Arbeiter in den Steinkohlengruben. In diesen Gruben entwickelt sich nämlich theils unter dem Einfluß der innern Erdwärme, theils durch chemische Zersetzungen ein leicht entzündliches Gas, eine Kohlenwasserstoffverbindung, die unter dem Namen des Grubengases oder ölbildenden Gases bekannt ist. Wenn dieses Gas sich mit der atmosphärischen Luft mischt, und dieses Gemisch dann durch ein genähertes Licht entzündet wird, so verbrennt es mit einer solchen Heftigkeit und unter einer solchen Hitzeentwickelung, daß die Verbrennungsprodukte, insbesondere der Wasserdampf sich mit einer Gewalt ausdehnen, welcher nichts zu widerstehen vermag. Die Grube wird gleichsam in ein ungeheures Geschütz verwandelt, welches Menschen, Pferde, Maschinen, Alles, was darin ist, umherschleudert und Zimmerung, Wetterthüren, selbst die Schachtgebäude über Tage zertrümmert. Die Explosion ist um so heftiger, je mehr sich das Verhältniß der Luftarten in dem Gemisch demjenigen nähert,

welches zu einer vollständigen Verbrennung des Kohlenwasserstoffgases erforderlich ist. Die Produkte der Verbrennung erhöhen noch mehr die Gefahr für die Grubenarbeiter. Denn neben dem Wassergas entwickelt sich bei vollkommener Verbrennung noch Kohlensäure, bei unvollkommener Kohlenoxydgas, und beide Gase sind unathembar und erstickend, das letztere sogar im höchsten Grade. Selbst die kleinen Explosionen, die durch ihre mechanische Gewalt nicht verderblich werden, können es daher durch diese luftverpestende Wirkung werden.

Jedenfalls sind solche Explosionen nicht im Interesse des Menschen, und man suchte ihnen daher zu allen Zeiten entgegenzuwirken. Durch sorgfältige Ventilation vermag man nun zwar allerdings in den meisten Fällen die Ansammlung großer Mengen jenes gefährlichen Gases zu verhüten, aber doch nicht immer, namentlich nicht in tiefen Gruben und beim Aufschließen neuer Kohlenflötze. Immerhin werden noch genug Gasanhäufungen stattfinden, denen man sich nur mit einem Grubenlichte zu nähern braucht, um Hunderte von Menschenleben in Gefahr zu bringen. Je mehr sich der Kohlenbergbau daher in den letzten Jahrhunderten erweiterte, in je größere Tiefe er hinabdrang, um so häufiger wurden die Explosionen, um so zahlreicher die Menschenopfer, welche die Grubenarbeit hinraffte. In der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatten endlich diese Unglücksfälle in England in einer so erschreckenden Weise zugenommen, daß eine Gesellschaft von Quäkern sich veran-

laßt sah, die Nachrichten über die durch schlagende Wetter bewirkten Unglücksfälle zu sammeln und zur öffentlichen Kenntniß zu bringen. Man schauderte nun vor den vielen Opfern, welche dieser Bergbau alljährlich forderte, und man richtete an die Wissenschaft die Aufforderung, diesem Uebel zu steuern. Die Apellation blieb nicht vergeblich. Der berühmte John Davy konnte schon am 25. Februar 1815 der königl. Gesellschaft in London seine bekannte Sicherheitslampe als Schutzmittel gegen die gefürchteten Schwaden vorlegen. Dieses Instrument besteht aus einer gewöhnlichen Lampe, deren Flamme innerhalb eines sehr feinen Drahtnetzes brennt. Die erkaltende Wirkung des Drahtgeflechtes hindert die Flamme sich nach außen mitzutheilen. Das eindringende Gasgemenge explodirt zwar, aber die Flamme verlöscht, und der Bergmann kann bei dem Schimmer eines nachglühenden Platindrahtes seinen Rückzug nehmen. Die Einführung dieser Sicherheitslampe in die Kohlengruben hat die Unglücksfälle bedeutend gemindert; aber aufgehört haben die Explosionen noch keineswegs. Mangelnde Ventilation und Sorglosigkeit im Gebrauch der Lampen führen noch immer manche entsetzliche Katastrophe herbei. Während der zehn Jahre von 1851 bis 1861 sind in den englischen Gruben nicht weniger als 8166 Menschen durch solche Explosionen um das Leben gekommen, freilich nichts im Vergleich zu den Opfern, welche durch absichtlich von Menschen veranstaltete Explosionen hingerafft werden.

Eine dem Grubengas sehr ähnliche Kohlenwasserstoffverbindung ist unser Leuchtgas, und es kann ebenso, wenn es mit atmosphärischer Luft sich mischt und dann entzündet wird, zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben. Leider kommen auch solche häufig genug vor in Folge der Sorglosigkeit, welche der tägliche Umgang mit gefährlichen Stoffen erzeugt.

In allen diesen Gasgemischen ist es der Wasserstoff, der durch seine plötzliche Verbrennung die bedeutende Hitze erzeugt, welche durch Ausdehnung der Verbrennungsprodukte die Explosion zur Folge hat. Es ist daher leicht begreiflich, daß der Wasserstoff selbst in seiner Mischung mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft das einfachste explodirende Gasgemisch bildet. In der That ist dies Gemisch unter dem Namen des Knallgases bekannt. Es wirkt am kräftigsten, wenn es genau nach dem Verhältnisse gemischt ist, in welchem sich Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser verbinden, also wenn zwei Raumtheile Wasserstoffgas auf einen Raumtheil Sauerstoffgas kommen.

Die explodirende Eigenschaft dieses Gasgemisches hat man bekanntlich zu allerlei kleinen wissenschaftlichen Spielereien benutzt. Man füllt damit Seifenblasen oder Blasen aus einer Mischung von Harz und Leinöl und entzündet sie dann mit einem brennenden Fidibus, oder man ladet damit die sogenannte elektrische Pistole und läßt die Entzündung dann durch einen elektrischen Funken bewirken. In neuerer Zeit hat man aber diese Explo-

sionen noch in ganz anderer Weise zu benutzen gewußt, und zwar nicht als zerstörende und zertrümmernde Gewalt, sondern als wohlthätige, Maschinen treibende Kraft im Dienste der Industrie. Dies ist in der freilich nur wenig in Gebrauch gekommenen Lenoirschen Gasmaschine geschehen. Sie beruht auf der Stoßkraft kleiner Mengen von Knallgas, die durch den elektrischen Funken entzündet werden. Aber von der Schuld furchtbarer Zerstörungen ist leider auch dieses Gasgemisch vielleicht nicht freizusprechen, und zwar scheint es seine Gewalt unter Umständen auszuüben, wo man seine Anwesenheit am wenigsten ahnt. Das Zerspringen der Dampfkessel nämlich dürfte bisweilen auf Rechnung des Knallgases kommen. Bei niedrigem Wasserstande werden die Wände des Kessels glühend, und es tritt dann eine Zersetzung des damit in Berührung kommenden Wassers ein. Wasserstoff wird frei, während der Sauerstoff sich mit dem Metall der Kesselwände verbindet. An atmosphärischer Luft, mit welcher sich der Wasserstoff mischen könnte, fehlt es nicht, denn sie gelangt mit dem eingepumpten Wasser hinein. So bildet sich Knallgas, das sich an den glühenden Kesselwänden oder durch die beim Ausströmen des Dampfes entwickelnde Elektricität entzündet, und es erfolgt eine Explosion, die nicht blos den Kessel, sondern auch die Maschine und das Maschinenhaus zertrümmert und in die Luft schleudert.

So gefährlich dieses Gasgemisch erscheint, so hat man doch in neuerer Zeit es verstanden, seine explodi-

rende Eigenschaft zu umgehen und eine andere Eigenschaft desselben zu höchst wichtigen Zwecken zu benutzen. Wir erwähnten schon die außerordentliche Hitze, welche die Verbrennung des Knallgases erzeugt. Diese Hitzerzeugung wird jetzt in den Knallgasgebläsen zur Schmelzung von Substanzen benutzt, die man bis dahin für unschmelzbar gehalten hatte. Platin, Palladium, Gold fließen in der Knallgasflamme wie Blei; Diamanten verbrennen darin in kurzer Zeit; Graphit, Kieselsäure, allerlei Erden gerathen darin in Fluß. Das Hantieren mit dem Knallgasgebläse ist dabei völlig gefahrlos. Man benutzt nicht die gefährliche Mischung selbst, sondern läßt die beiden Gase aus besonderen Behältern durch gesonderte Röhren in der Flamme zusammenfließen, so daß sie sich erst bei ihrem Austritt und im Augenblicke des Verbrennens mischen. Es ist gewiß ein hoher Triumph der Wissenschaft, daß sie diesen gefährlichen Feind bändigen gelehrt und ihn gezwungen hat, nun seinerseits die widerstrebendsten Stoffe zu bändigen.

Man meint gewöhnlich, daß eine Verbrennung d. h. eine von Feuererscheinungen begleitete Verbindung von Stoffen, nur stattfinden könne bei einer Verbindung mit Sauerstoff. Nach den neueren Erfahrungen des Chemikers ist das nicht ganz richtig. Selbst der Sauerstoff kann verbrennen, d. h. erglühen, während das Gas, mit dem er sich verbindet, etwa das Ammoniakgas, um seine Flamme die nährende Hülle bildet. Unter Feuererscheinungen können sich überhaupt mancher-

lei Stoffe mit einander verbinden, und da dies auch auf eine hohe Hitzerzeugung deutet, so können unter Umständen die Gemische solcher Gase ebenso gut Explosionen veranlassen, wie das Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas. Eines der gefährlichsten dieser Gase ist das Chlorgas, daß sich im Sonnenlicht mit dem Wasserstoffgase unter Feuererscheinung verbindet. Füllt man ein Glas zu gleichen Raumtheilen mit beiden Gasen und setzt es dann plötzlich den direkten Sonnenstrahlen aus, so erfolgt eine heftige Explosion. Man kann das Glas in die Luft werfen, und es wird zertrümmert, ehe es noch den Boden erreicht. Unter Einwirkung des bloßen Tageslichts geht die Vereinigung beider Gase zu Chlorwasserstoff oder salzsaurem Gase nur langsam und ohne jede Explosion vor sich. In völliger Dunkelheit scheinen die beiden Gase gar nicht aufeinander zu wirken.

Wenn dieses Gemisch nirgends praktische Anwendung gefunden hat und auch nur dem Chemiker allenfalls Gefahr bringen kann, so liefert dafür der Stickstoff explodirende Verbindungen ganz anderer Art, die sich besonders durch ihre außerordentliche Zersetzbarkeit auszeichnen, und die zum Theil allerdings praktisch nutzbarer, aber auch gefährlicher sind. Gerade der Stickstoff, dieser trägste aller chemischen Stoffe, der unsrer Atmosphäre in so großer Menge beigemischt ist und doch so wenig Neigung zeigt, sich mit den Stoffen, mit denen er beständig in Berührung ist, zu verbinden,

verräth eine ungemeine Heftigkeit, wenn seine Trägheit einmal überwunden ist, wenn er Verbindungen mit andern Stoffen geschlossen hatte, und er nun plötzlich veranlaßt wird, diese Bande zu sprengen. Es darf hier ja nur an das Knallsilber, Knallgold, Knallquecksilber, an die Schießbaumwolle, das Nitroglycerin und andere explodirende Stoffe erinnert zu werden, um die Furchtbarkeit des Stickstoffs in seinen Verbindungen darzuthun.

Obenan unter den gefährlichen Verbindungen des Stickstoffs steht der Chlorstickstoff, eine orangegelbe, ölartige Flüssigkeit, welche sich bildet, wenn man Chlor auf Ammoniak wirken läßt, also wenn man etwa Chlorgas in eine Lösung von chlorwasserstoffsaurem Ammoniak (Salmiak) oder von irgend einem Ammoniaksalz leitet. Die Verbindung beider Stoffe ist eine so lockere, daß sie schon in gewöhnlicher Temperatur bei der geringsten Erschütterung oder bei Berührung mit Phosphor oder Terpentinöl sich unter der heftigsten Explosion löst. Der Entdecker dieser Verbindung, der französische Chemiker Dulong, machte auch gleich Bekanntschaft mit ihrem gefährlichen Charakter. Er wollte die Dichtigkeit dieser bisher unbekannten Flüssigkeit bestimmen und stellte daher eine bedeutende Menge derselben dar. Aber als er die Flüssigkeit in eine Flasche gießen wollte, explodirte sie und zerschmetterte ihm den linken Arm. Keineswegs durch diese Erfahrung eingeschüchtert, stellte er später von Neuem die erforderliche Menge Chlorstickstoff dar, unterließ nun aber nicht die größten Vorsichts-

maßregeln. Sein Experiment war glücklich zu Ende geführt, als er in einem unbewachten Augenblick etwas heftig an die gefährliche Flasche stieß, und nun eine furchtbare Explosion erfolgte, die dem kühnen Chemiker das linke Auge kostete. Seitdem hat Niemand Lust gehabt, sich mit diesem tückischen Chlorstickstoff näher zu beschäftigen.

Weit weniger gefährlich ist die Verbindung des Stickstoffs mit Jod, der Jodstickstoff, die man erhält, wenn man fein gepulvertes Jod in geringen Mengen mit concentrirtem Ammoniak übergießt und nach vollendeter Reaction beider Stoffe auf einander die Flüssigkeit filtrirt. Das grauschwarze Pulver, das auf dem Filter zurückbleibt, ist der Jodstickstoff. So lange es feucht ist, hat man nichts zu fürchten. Sobald es aber trocken ist, explodirt es mit großer Heftigkeit bei der geringsten Berührung, selbst mit der Fahne einer Feder, indem sich das Jod als schön violett gefärbter Dampf befreit. Man pflegt es daher feucht auf ein Blatt Papier möglichst zu zertheilen und dann das Papier in kleine Stücke zu zerreißen. Trocknen diese kleinen Stückchen Jodstickstoff auf dem Papier, so explodiren sie oft schon durch die bloße Erschütterung des Zimmers, in dem sie sich befinden, etwa durch einen vorüberfahrenden Wagen oder durch die Tritte eines Gehenden. Aehnlich verhält sich der Bromstickstoff, eine dunkle Flüssigkeit, die sich durch Behandlung des Broms mit Ammoniak bildet. Jeder Tropfen dieser Flüssigkeit explodirt, sobald man ihn auf eine Steinplatte fallen läßt.

Sind diese Stoffe nur für den Chemiker von Interesse, so haben die Verbindungen des Stickstoffs mit Metallen auch eine praktische Bedeutung erlangt. Schon die alten Alchemisten wußten es, daß bei der Behandlung des Goldes mit Ammoniak sich ein explodirender Stoff bildet, und der bereits erwähnte Basilius Valentinus beschreibt schon im 15. Jahrh. sehr genau die Darstellung des Knallgoldes. Wenn man nämlich eine kleine Menge von Ammoniak in eine Lösung von Dreifach-Chlorgold gießt, die man durch Auflösen von Gold in Königswasser erhält, so fällt eine schwach explodirende Verbindung von Goldoxyd, Ammoniak und Chlor nieder, die durch weitere Behandlung mit überschüssigem Ammoniak in das bekannte Knallgold verwandelt wird, eine einfache Verbindung von Goldoxyd mit Ammoniak. Ein Decigramm dieses Knallgoldes explodirt wie ein Pistolenschuß, wenn es nur im Geringsten erwärmt wird.

Sehr ähnlich sind die Verbindungen des Silberoxyds und Quecksilberoxyds mit Ammoniak, die auch in derselben Weise wie das Knallgold dargestellt werden können. Das Knallsilber scheint schon Kunkel bekannt gewesen zu sein. Berthollet lehrte im J. 1788 eine Bereitung dieses Stoffes, die ihm eine erhöhte Fähigkeit, zu explodiren, ertheilt. Er stellte nämlich die Verbindung her, indem er Kalilauge zu der Lösung eines Silbersalzes in überschüssigem Ammoniak zersetzte. In trocknem Zustande explodirt dieses Knallsilber bei

jeder Berührung selbst mit einer Feder, und unter Wasser beim Erhitzen auf 100 °C. Ein solcher Stoff ist natürlich zu dem Zwecke nicht geeignet, zu dem später eine andere Verbindung unter dem Namen Knallsilber in Gebrauch gekommen ist. Howard fand nämlich im Jahre 1800, daß, wenn man Salpetersäure auf Alkohol in Gegenwart eines Silber- oder Quecksilbersalzes einwirken läßt, Verbindungen entstehen, welche die Eigenschaft haben, sich durch Stoß, Erhitzen oder Berühren mit Schwefelsäure unter heftiger Explosion zu zersetzen. Liebig hat nachgewiesen, daß in diesem Falle die Metalloxyde an eine eigenthümliche organische Säure, die sogenannte Knallsäure, gebunden sind. Diese knallsauren Silber- und Quecksilbersalze sind es nun, die durch die Einführung der Zündhütchen vor etwa 40 Jahren eine große Wichtigkeit erlangt haben. Namentlich ist es das Knallquecksilber, welches, mit etwa 1/3 Salpeter gemischt, zur Füllung der Zündhütchen benutzt wird. Welchen Umfang die Fabrikation dieser Zündhütchen hat, geht schon daraus hervor, daß allein die Fabrik in Sömmerda bereits vor 37 Jahren jährlich 36 Centner Kupfer zu Zündhütchen verarbeitete. Die Bereitung des knallsauren Quecksilbersalzes ist aber keineswegs ohne Gefahr, obgleich es im feuchten Zustande viel von seiner Entzündlichkeit verliert und nur noch durch einen heftigen Schlag oder heftige Reibung detonirt, aber ohne Flamme und ohne daß die Explosion sich weiter fortpflanzt. Fahrlässigkeit hat gleichwohl schon

die entsetzlichsten Unglücksfälle in solchen Fabriken herbeigeführt. Das knallsaure Silberoxyd ist weit gefährlicher, da es auch unter Wasser explodirt, wenn man es mit einem Glasstab berührt. Daß das Knallquecksilber auch zur Bereitung der Knallerbsen, Knallfidibus und Knallbonbons benutzt wird, dürfte bekannt sein.

Eine Reihe merkwürdiger explodirender Verbindungen ist in neuerer Zeit durch die Einwirkung von Salpetersäure auf organische Stoffe erzielt worden. Schon Braconnot hatte im J. 1833 einen Stoff entdeckt, den er durch Lösung von Stärkemehl und andern organischen Substanzen in Salpetersäure und Fälle mit Wasser erhalten und seiner außerordentlichen Entzündlichkeit wegen Xyloidin genannt hatte. Da verkündete Schönbein in Basel im Sommer 1846 die Entdeckung einer explosiven Baumwolle, welche an Kraft das beste Pulver fast um das Vierfache übertreffe, weder Rückstand noch Rauch gebe, wenig Kosten und Vorrichtungen zur Darstellung erfordere und bei dieser keine Gefahr veranlasse. Schönbein vereinigte sich mit Böttger in Frankfurt, der dieselbe Substanz unabhängig von ihm entdeckt hatte; aber Beide veröffentlichten ihr Verfahren nicht. Erst eine Mittheilung von Otto über die Bereitung dieser sogenannten Schießbaumwolle oder des Pyroxylins, wie es von den Chemikern genannt wurde, führte zu Veröffentlichungen der Entdecker, denen sich endlich Knop durch eine Anweisung zur Darstellung dieses Stoffes anschloß, die noch heute im Wesentlichen

befolgt wird. In der Hauptsache beruht diese Darstellung auf einer Behandlung der Pflanzenfaser mit einer Mischung von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure. Ohne sich darin zu lösen oder ihre Form zu ändern, verwandelt sich hierbei die Pflanzenfaser in eine Nitroverbindung, indem zum Theil die Aequivalente des Wassers durch Aequivalente der Salpetersäure ersetzt werden. Man wäscht dann die umgewandelte Faser in vielem Wasser aus und trocknet sie bei gewöhnlicher Temperatur. Die Schießbaumwolle verbrennt bei der Berührung mit einem glühenden Körper plötzlich unter heftiger Verpuffung, ohne Kohle oder irgend einen Rückstand zu hinterlassen. Aber sie verbrennt so rasch, daß sie oft das Gewehr zerschmettert oder wenigstens stark angreift. Eine vortheilhafte Verwendung statt des Schießpulvers hat sie daher noch nicht gefunden, nur in der Artillerie und mit bestem Erfolge zur Sprengung von Minen ist sie benutzt worden. Beiläufig kann aber erwähnt werden, daß sie ihre beste Verwerthung nicht als explodirender Stoff, sondern in ihrer Auflösung in einer Mischung von Alkohol und Aether als das bekannte Collodium gefunden hat.

Aehnlich wie die Pflanzenfaser werden auch andere organische Stoffe durch Salpetersäure in explodirende Körper verwandelt. So wird der Mannit oder Mannazucker, ein im Pflanzenreiche sehr verbreitet vorkommender Stoff, der am reichsten aus dem eingetrockneten Safte der Mannaesche (Fraxinus Ornus) gewonnen

wird, durch Auflösung in einer Mischung von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure in eine Nitroverbindung, den sogenannten Nitromannit, übergeführt, einen farblosen, krystallinischen Stoff, der sich durch einen kräftigen Schlag entzündet und unter heftigem Knall verbrennt. Man hat ihn neuerdings mit Vortheil als Ersatzmittel des Knallquecksilbers in Zündhütchen angewendet. Ein ähnlicher Körper wird gewonnen, wenn man das bekannte Glycerin, das in Verbindung mit fetten Säuren und Oelsäuren unsere meisten Fette bildet, der Einwirkung der Salpetersäure und Schwefelsäure unterwirft. Das Nitroglycerin explodirt gleichfalls heftig beim Erhitzen oder durch Schlagen, und schon ein Stück damit getränkten Filtrirpapiers gibt eine sehr heftige Explosion, wenn man einen Schlag mit einem Hammer darauf führt. Endlich entsteht auch durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Anilin bei niedriger Temperatur ein Stoff, der mit solcher Heftigkeit explodirt, daß z. B. ein Kupferblech, auf welchem er liegt, in Stücke zerrissen wird. Gerade dieser Stoff, den man Diazobenzol genannt hat, empfiehlt sich durch manche Eigenschaften sehr zum Ersatz des Knallsilbers. Während jenes namentlich bei der geringsten Reibung durch harte Körper explodirt, widersteht dieses außerordentlich lange. Dagegen ist es weit empfindlicher gegen Wärme und wirkt dann mit furchtbar zerstörender Gewalt.

Bei allen diesen explodirenden Stickstoffverbindungen

beruht die Explosion auf einer plötzlichen Zersetzung der locker verbundenen Bestandtheile, und sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von jenen Gasgemischen, bei denen plötzlich chemische Verbindungen eintreten. Es gibt aber auch eine Menge explodirender Körper, bei denen sich beide Vorgänge vereinigen, chemische Verbindungen eintreten, die zugleich plötzliche Zersetzungen zur Folge haben, und diese gerade werden wir als die am meisten zu praktischer Verwendung gekommenen kennen lernen.

Zu jenen explodirenden Stickstoffverbindungen, welche insbesondere das organische Reich durch Behandlung seiner Stoffe mit einer Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure liefert, ist in jüngster Zeit ein neuer Körper getreten, der hier nicht übergangen werden darf, weil er durch seine auffallenden Eigenschaften, namentlich seine große Entzündlichkeit und seine außerordentlich rasche Verbrennung, wie durch die prachtvollen Effecte, welche diese Eigenschaften hervorbringen, in den weitesten Kreisen bekannt geworden ist. Es ist das sogenannte Pyropapier, noch bekannter unter dem Namen des Düppelpapiers. Aeußerlich hat es ganz das Ansehen des bereits vielfach in Gebrauch gekommenen Pergamentpapiers, dieselbe Zähigkeit, dieselbe Eigenschaft, in Wasser erweicht sich über Gefäße spannen zu lassen und sich nach dem Trocknen jeder Form anzuschmiegen, dieselbe Widerstandskraft gegen Säuren. Mit einer glühenden Kohle oder einer Flamme in Berührung ge-

bracht, verpufft es aber augenblicklich unter einer sehr glänzenden Feuererscheinung und gleicht darin sehr auffallend der Schießbaumwolle, mit welcher es auch die Eigenschaft gemein hat, in einer Mischung von Alkohol und Aether sich zu einer syrupartigen Flüssigkeit aufzulösen, die sich kaum von dem Collodium unterscheiden läßt. In der That ist dieses Pyropapier auch in seiner Bereitung der Schießbaumwolle sehr ähnlich. Man stellt es her, wenn man dünnes, ungeleimtes Papier, sogenanntes Pflanzenpapier, zwei Minuten lang in ein Gemisch von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure eintaucht, dann zuerst in reinem, später in etwas ammoniakalischem Wasser sorgfältig wäscht und in freier Luft trocknet. Zum Gebrauch dieses Papiers in der Feuerwerkerei kann man auch seiner Flamme verschiedene Farben ertheilen, indem man es nachträglich in gewisse Salzlösungen taucht, in eine Strontianlösung, um die Flamme roth, in eine Natronlösung, um sie gelb, in eine Barytlösung, um sie grün, in eine Kupferchloridlösung, um sie blau zu färben.

Alle diese explodirenden Verbindungen haben in der Geschützkunst keine Verwendung gefunden, und selbst die der Schießbaumwolle ist eine sehr beschränkte geblieben, weil sie zu schnell verbrennt und dadurch leicht die Zertrümmerung des Geschützrohrs zur Folge haben kann. Die allmälige Entzündung des explodirenden Stoffes und die ebenso allmälige Entwickelung der Wurfkraft ist nämlich für den Gebrauch bei Feuerwaffen eine un=

erläßliche Bedingung. Erfolgt die Explosion augenblicklich, wie beim Knallgas oder bei den Knallmetallen, so tritt der höchste Grad der Spannung der erzeugten Gase ein, bevor noch das Geschoß Zeit gehabt hat, sich in Bewegung zu setzen, so daß das Rohr in Folge des plötzlichen ungeheuren Druckes zerspringen kann, ohne daß die Kugel erheblich fortgetrieben ist. Da nun die augenblickliche Explosion meist da eintritt, wo die Explosion allein auf der schnellen Verbindung mechanisch gemischter Stoffe beruht, so muß eine Allmäligkeit der Explosion dadurch möglich werden, daß man Stoffe mit einander vermischt, deren einer allerdings leicht zersetzbar ist, aber erst fähig wird, zu explodiren, wenn seine Zersetzungsprodukte Gelegenheit erhalten, sich mit andern Stoffen unter großer Hitzeentwickelung zu gasartigen Produkten zu verbinden. Ein solches Gemisch zersetzbarer und brennbarer Körper ist unser bekanntes Schießpulver.

Da die zersetzbaren Körper in einem solchen explodirenden Gemisch die Bestimmung haben, erst eine lebhafte Verbrennung anzuregen, so eignen sich dazu ganz besonders sehr sauerstoffreiche Körper, und unter diesen stehen, was leichte Zersetzbarkeit betrifft, die salpetersauren und chlorsauren Salze obenan. Beim Erhitzen zersetzen sich diese unter Entwickelung sehr sauerstoffreicher Produkte, welche eine lebhafte Verbrennung unterhalten, wenn sie mit brennbaren Körpern, d. h. solchen, die eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen, wie

Schwefel, Phosphor, Kohle, selbst Zuker, Schwefelmetallen und gewissen leicht oxydirbaren Metallen, zusammenkommen. Salpetersaure Salze bewirken daher auf glühenden Kohlen ein lebhaftes Funkensprühen, und wenn man sie mit pulverförmiger Kohle erhitzt, kann sogar eine Detonation erfolgen. Chlorsaures Kali, mit einem kleinen Stückchen Phosphor in Papier gewickelt, entzündet sich durch einen Schlag mit dem Hammer unter heftiger Explosion. Die Eigenthümlichkeiten dieser brennbaren Körper üben dabei auf die Art der Verbrennung und Explosion einen wesentlichen Einfluß aus. Eine Verflüchtigung derselben in hoher Temperatur erleichtert natürlich die Entzündung. Darum entzündet sich Schwefel leichter als Kohle troß seiner geringeren Verwandtschaft zum Sauerstoff. Man kann in einem mit Sauerstoffgas gefüllten Gefäße Kohlenpulver gegen eine erhitzte Metallplatte blasen, ohne daß eine Entzündung erfolgt; diese tritt aber sofort ein, wenn man gleichzeitig Schwefelpulver dagegen bläst. Ebenso verhalten sich aber auch die zersetzbaren sauerstoffreichen Körper verschieden. Bei den einen erfolgt die Zersetzung allmälig, bei den andern sprengt die gesammte Sauerstoffmenge auf einmal ihre Fesseln. Dadurch muß auch die Verbrennung, welche sie bewirken, sich verschieden gestalten. Bei den salpetersauren Salzen, deren Zersetzung in der Hitze allmälig erfolgt, tritt auch die Verbrennung nicht augenblicklich, sondern, wie schnell sie auch immer sein mag, mehr oder minder allmälig ein. Bei den chlorsauren

Salzen, die ihren Sauerstoff plötzlich frei geben, erfolgt auch die Verbrennung augenblicklich, ergreift die Explosion zugleich die gesammte Masse. Trotzdem daher das chlorsaure und das salpetersaure Kali gleichviel Sauerstoffatome enthalten, sind doch die Erscheinungen ihrer Verbrennung mit Phosphor, Kohle oder Schwefel durchaus verschieden. Mischt man jedes dieser Salze mit der gleichen Menge gepulverten amorphen Phosphors, und entzündet dann die Gemische, so verbrennt das Gemisch des Salpeters mit dem Phosphor nur unter einer äußerst glänzenden Flamme, während das des chlorsauren Kali's mit der größten Heftigkeit explodirt und das Gefäß zertrümmert. Man verwendet daher die Gemische mit chlorsaurem Kali am geeignetsten da, wo eine schnelle Entzündung und Verbrennung erfordert wird, oder wo die Verbrennung eines an sich trägeren Stoffes beschleunigt werden soll, während sich die Mischung mit salpetersaurem Kali wegen der, wenn auch schnell, doch immer mit einer gewissen Allmäligkeit erfolgenden Verbrennung ganz besonders für die Zwecke des Schießpulvers empfiehlt.

Das Schießpulver ist noch heute unverändert dasselbe, wie es zu der Zeit war, als es der Sage nach der Franziscanermönch Berthold Schwarz im 14. Jahrh. erfand. Schwerlich wird heut zu Tage noch Jemand dieser Sage Glauben schenken. Unzweifelhaft ist der Gebrauch des Schießpulvers viel älter, und wahrscheinlich ist seine Erfindung nicht plötzlich gemacht worden, sondern nachdem mancherlei Wahrnehmungen

eine Zeit hindurch vorhergegangen waren. In einer Handschrift, die sich auf der Bibliothek in Oxford findet, und die einen gewissen Marcus Gräcus, der im 8. Jahrh. lebte, zum Verfasser hat, ist bereits eine Vorschrift zur Bereitung des Schießpulvers gegeben, verbunden mit einer Schilderung seiner Wirkungen, daß es nämlich, in eine lange und enge Hülle eingestampft, dazu diene, den Feind in der Ferne zu bekämpfen. Auch in den Schriften der Alchemisten, namentlich des Albertus Magnus und des Roger Baco, die also wenigstens 100 Jahre vor Berthold Schwarz lebten, finden sich ähnliche Vorschriften zur Bereitung des Schießpulvers. Wenn man aber auch Alles das nicht gelten lassen wollte, so ist doch unzweifelhaft, daß der Gebrauch des Schießpulvers älter ist als das 14. Jahrhundert. Schon um das Jahr 1073 wurden die Mauern von Belgrad von den Ungarn mit Kanonen beschossen, und die Hindus scheinen noch ein Jahrhundert früher die Kanonen gekannt zu haben. Wahrscheinlich kam überhaupt die Kenntniß des Schießpulvers über Afrika aus dem Orient zu uns.

Im Wesentlichen bestand das Schießpulver, als es uns zuerst bekannt wurde, aus denselben Bestandtheilen, die fast in demselben Verhältniß gemischt waren, wie heute. Marcus Gräcus empfiehlt, auf 6 Gewichtstheile Salpeter 1 Theil Schwefel und 2 Theile Kohle zu nehmen. Wenn dies Verhältniß damals durch empirische Versuche ermittelt war, so hat heute die Chemie

in dem Gesetz ihrer Verbindungen, in den sogenannten chemischen Aequivalenten, die Nothwendigkeit dieses Mischungsverhältnisses dargethan. Die Wirksamkeit des Schießpulvers erfordert nämlich einmal, daß alle Bestandtheile, die überhaupt dessen fähig sind, in die Gasform übergeführt werden, dann, daß die sich entwickelnden Gase die möglichst größte Ausdehnung erhalten, daß also die Zersetzung des Pulvers von einer möglichst hohen Temperatur begleitet ist. Diesen Bedingungen wird durch eine Mischung der Bestandtheile genügt, welche einer vollständigen Verbrennung derselben entspricht. Die Chemie weist als das einzig richtige Verhältniß in diesem Sinne die Mischung von 1 Aequivalent oder 101,2 Gewichtstheilen salpetersauren Kali's, 1 Aequivalent oder 16 Gewichtstheilen Schwefel und 3 Aequivalenten oder 18 Gewichtstheilen Kohle nach. Einem solchen Verhältniß, in Procenten ausgedrückt, von 74,8 Gewichtstheilen Salpeter, 11,9 Gewichtstheilen Schwefel und 13,3 Gewichtstheilen Kohle, entspricht am vollkommensten die Zusammensetzung des französischen Militär- und Jagdpulvers. Das erstere besteht nämlich aus 75 Theilen Salpeter, 12,5 Th. Kohle und 12,5 Th. Schwefel, das letztere aus 76,9 Th. Salpeter, 13,5 Th. Kohle und 9,6 Th. Schwefel. Der Schwefel ist erforderlich, weil er, wie wir gesehen haben, das Gemisch leicht entzündlich macht. Ein Zuviel desselben würde die nachtheilige Folge haben, daß beim Uebergang desselben in Dampfform Wärme, bei der Oxydation

desselben Sauerstoff gebunden würde, daß endlich der freie Schwefel durch Bildung von Schwefelmetallen auf das Material des Geschützes oder Gewehrs zerstörend einwirken würde. Ein Ueberschuß von Kohle würde die Entzündlichkeit des Pulvers verringern, seine Verbrennung verlangsamen und zugleich einen lästigen Rückstand veranlassen. Darum sucht man zur Darstellung der Kohle für die Pulverfabrikation eine möglichst gleichmäßig und durch und durch verkohlende Holzart, also ein leichtes Holz, wie das Faulbaumholz, zu verwenden. Gleichwohl erhält man trotz aller Sorgfalt selten eine Kohle, die den gleichen Gehalt an Kohlenstoff besitzt, und daraus schreiben sich mancherlei Uebelstände beim Gebrauch des Schießpulvers her.

Ueber die chemischen Vorgänge, welche den Verbrennungsproceß des Schießpulvers bilden, hat man noch heute im Ganzen wenig Klarheit gewonnen. Im Allgemeinen läßt sich nur annehmen, daß die gasförmigen Produkte, welche durch ihre Ausdehnung die bewegende Kraft hervorbringen, Stickstoff und Kohlensäure sind, während der feste Rückstand, der zum Theil im Gewehrlauf bleibt, aus Schwefelkalium besteht. Ein Pfund Schießpulver liefert bei seiner Verbrennung etwa $1^1/_7$ Kubikfuß Stickstoffgas und $3^3/_4$ Kubikfuß Kohlensäure, die in einer Temperatur von 300° C. aber sogar den doppelten Raum von fast 10 Kubikfuß einnehmen.

Die vielen guten Eigenschaften unseres gewöhnlichen Schießpulvers haben lange die Aufsuchung eines

andern als überflüssig erscheinen lassen. Erst durch die Einführung der gezogenen Gewehre hat sich die Sache etwas verändert. Es ist namentlich das Bedürfniß eines Pulvers hervorgetreten, das einen möglichst geringen Rückstand hinterläßt, wenngleich auch eine Vermehrung der Kraft als ein nicht zu verachtender Gewinn angesehen werden würde. Es sind deshalb in neuerer Zeit mancherlei Versuche hervorgetreten, ein Ersatzmittel für das Schießpulver zu schaffen. Da nun der Salpeter als derjenige Stoff, welcher die schnelle und heftige Verbrennung des Schwefels und der Kohle bedingt, der Hauptbestandtheil ist, so hat man auch vor allem daran gedacht, diesen durch einen andern Stoff zu ersetzen. Dann aber lag nichts näher, als das chlorsaure Kali, das sich ja gerade durch eine größere Entzündlichkeit seiner Gemische von dem Salpeter unterscheidet. Die Ersatzmittel für das Schießpulver, die wir näher betrachten werden, bestehen daher theils in Gemischen von chlorsaurem Kali mit brennbaren Stoffen, theils, wenn die Vermeidung des Rückstandes mehr in das Gewicht fällt, aus jenen explodirenden Stoffen, die durch Behandlung organischer Substanzen mit Salpetersäure gewonnen werden.

Der französische Chemiker Berthollet war es, welcher bei seiner Untersuchung der Sauerstoffverbindungen des Chlors gegen Ende des vorigen Jahrhunderts das chlorsaure Kali entdeckte. Die außerordentliche explosive Eigenschaft dieses Salzes brachte ihn auf den

Gedanken, es statt des Salpeters in der Pulverfabrikation zu verwenden, und nachdem einige Versuche im Kleinen günstig ausgefallen waren, legte er der Regierung einen Plan vor zur Darstellung eines neuen Pulvers, das die Kugeln dreimal soweit, als das gewöhnliche, schleudern sollte, im Großen. Die Pulvermühle zu Essonnes wurde dem gelehrten Chemiker zur Verfügung gestellt. Der Director derselben, Letort, der durch die Versuche Berthollet's für das neue Pulver ganz begeistert worden war, konnte sich gar nicht überzeugen, daß mit der Bereitung desselben eine größere Gefahr verbunden sein solle, als mit der des alten. An dem Tage, an welchem die Versuche im Großen beginnen sollten, hatte Letort Berthollet zum Diner eingeladen, und nach aufgehobener Tafel begab man sich in die Fabrik, um die Arbeiten in Augenschein zu nehmen. Um die Explosion des chlorsauren Kali's beim Mischen des Pulvers zu verhindern, besprengte man dasselbe auf Berthollet's Rath mit Wasser. Letort hielt diese Vorsichtsmaßregel für völlig überflüssig, und um dies zu beweisen, trat er an einen Mörser, in welchem das Pulver eben gemischt wurde, und zerrieb mit seinem Spazierstock ein kleines Bröckchen, das am Rande des Mörsers festsaß und ausgetrocknet war. Sofort erfolgte eine furchtbare Explosion. Die ganze Pulvermühle flog in die Luft, und unter ihren Trümmern wurden Letort, seine Tochter und vier Arbeiter begraben. Nur Berthollet selbst entging wie durch ein Wunder dem Tode.

Der entsetzliche Ausgang dieses ersten Versuches wirkte keineswegs so abschreckend, als man denken sollte. Der Kampf, den die französische Republik damals um ihre Existenz kämpfte, ließ jedes neue Zerstörungsmittel als willkommen erscheinen. Schon vier Jahre nach jener Katastrophe gab die Regierung Befehl, die Versuche mit der Darstellung des neuen Pulvers wieder aufzunehmen. An Vorsichtsmaßregeln wurde diesmal nichts versäumt. Gleichwohl flog wieder die Fabrik in die Luft und begrub wieder drei Arbeiter unter ihrem Schutt.

Seitdem ist der Gedanke, das chlorsaure Kali in der Pulverfabrikation zu verwenden, aufgegeben worden. Nur in der Feuerwerkerei hat man es noch benutzt, und auch hier hat es trotz aller Vorsicht, manches Unglück herbeigeführt. In neuerer Zeit hat man deshalb auch hier das chlorsaure Kali bereits vielfach durch das überchlorsaure Kali ersetzt und dadurch einen doppelten Vortheil erzielt. Einmal entzündet sich ein Gemisch des letzteren Salzes mit brennbaren Substanzen nur bei anhaltendem oder heftigen Stoßen oder Schlagen. Sodann bewirkt es durch seinen größeren Gehalt an Sauerstoff beim Verbrennen der Feuerwerksätze eine größere Lichtstärke und einen lebhafteren Glanz.

Die Gefährlichkeit einer Mischung des chlorsauren Kali's mit brennbaren Stoffen überträgt sich von der Bereitung auch auf ihren Gebrauch und ihre Aufbewahrung. Es gleicht darin in der That einer mit Sauerstoff gefüllten Flasche, die bei der geringsten Ver-

anlassung, bei einem schwachen Schlag oder Stoß, ja selbst von den Erschütterungen des Wagens beim Transport zerbricht und ihren gefährlichen Inhalt mit einem Male freigibt, der nun mit furchtbarer Eile alles Brennbare, was er trifft, entzündet und in Gas verwandelt. Trotzdem hat die bedeutende Kraft seiner Explosionen noch einmal zu dem Versuche verleitet, es in der Schießpulverfabrikation zur Geltung zu bringen. Nur waren es dies Mal nicht Kohle und Schwefel, mit denen das chlorsaure Kali gemischt wurde, wie bei den unglücklichen Versuchen von Berthollet, sondern gelbes Blutlaugensalz und weißer Zucker, die zu je einem Gewichtstheil mit zwei Gewichtstheilen chlorsauren Kali's vermischt wurden. Es ist das von Augendre im Jahre 1819 in Vorschlag gebrachte weiße Pulver, das allerdings manchen Vorzug vor dem gewöhnlichen Schießpulver hat. Seine Kraft ist bedeutend größer, und es gibt einen geringeren Rückstand, als das gewöhnliche Pulver. Es wirkt im staubförmigen Zustande ebenso wie im gekörnten; die einzelnen Bestandtheile, die überdies unter dem Einfluß der Luft nicht veränderlich sind, können daher einzeln für sich gepulvert werden und brauchen erst zur Zeit des Bedarfs gemischt zu werden. Diesen Vorzügen des weißen Pulvers gegenüber stehen aber weit erheblichere Fehler. Es oxydirt einmal sehr stark die eisernen Gewehrläufe, und es ist weit leichter entzündlich, als das gewöhnliche Schießpulver, wenn es auch nicht ganz so leicht als andere Gemische mit chlorsaurem Kali explodirt.

Nicht zu verwechseln mit diesem Pulver ist ein anderes weißes Schießpulver, das, von dem österreichischen Artilleriemajor Uchatius erfunden, eine Zeit lang die allgemeine Aufmerksamkeit erregt hat. Dieses Pulver hat durchaus nichts mit dem chlorsauren Kali zu thun, sondern ist vielmehr eine veränderte Form der Schießbaumwolle. Schon vor mehr als 30 Jahren hatte nämlich der französische Chemiker Braconnot die Entdeckung gemacht, daß, wenn man Stärkemehl in concentrirter Salpetersäure auflöst und dann Wasser hinzugießt, sich ein weißer Niederschlag bildet, der nach dem Trocknen die Eigenschaft zeigt, sehr schnell abzubrennen. Im Wesentlichen ist dies das Uchatius'sche Pulver. Er bereitet es aus trockner Kartoffelstärke, die zunächst mit der 8fachen Gewichtsmenge rauchender Salpetersäure übergossen wird. Bei Anwendung von Wärme würde dadurch die Stärke oxydirt und in Oxalsäure umgewandelt werden. Vermeidet man aber sorgfältig jede Erwärmung, so löst sich die Stärke zu einer syrupartigen Flüssigkeit auf, die man nun in einem dünnen Strahl und unter beständigem Umrühren in die doppelte Gewichtsmenge concentrirter englischer Schwefelsäure gießt. Die breiartige Masse, die sich dabei abscheidet, wird endlich nach 12stündiger Ruhe in die 8fache Raummenge Wasser gegossen, und der sich darin absetzende Niederschlag durch wiederholtes Auswaschen mit Wasser, dem anfangs noch etwas Soda zugesetzt wird, von jeder noch anhängenden Säure befreit. Der so gereinigte

und bei gelinder Wärme getrocknete Niederschlag ist das Uchatius'sche weiße Pulver. Da das Stärkemehl mit der Pflanzenfaser die gleiche chemische Zusammensetzung hat, so ist es in der That nichts anderes als eine Art von Schießbaumwolle und theilt auch mit dieser die wesentlichen Eigenschaften. Es ist von gelblich-weißer Farbe, in Wasser und Weingeist unlöslich, aber in Aether oder in einem Gemisch von Aether und Weingeist löslich. Es explodirt unter dem Schlage eines Hammers, entzündet sich bei 175° C. und brennt rasch und ohne Rückstand ab. Sorgfältig getrocknet, entzündet es sich bei der Berührung mit einem glimmenden Span und entwickelt dann eine außerordentliche Kraft, die fast 3 ½ mal die des gewöhnlichen Pulvers übertrifft. Leider aber zieht es an der Luft leicht Feuchtigkeit an und verbrennt dann sehr langsam, äußert darum auch keine nennenswerthe Wirkung auf Geschosse. Seiner Bereitung im Großen stehen noch mancherlei Schwierigkeiten entgegen. Es treten erhebliche Verluste ein theils durch Oxalsäurebildung in Folge von Erhitzung, theils durch das Zusammenballen des Stärkemehls, das die Einwirkung der Säure verhindert, und diese Verluste in Verbindung mit dem Aufwand an Säuren, die sich nicht leicht wieder gewinnen lassen, vertheuern das Pulver in hohem Grade. Uchatius ist es gelungen, das Pulver zu körnen, und das gibt ihm allerdings einen großen Vorzug vor der Schießbaumwolle. Aber einen wirklichen Ersatz für das gewöhnliche Schießpulver dürfte

es schwerlich bieten, schon um seiner raschen Wirkung willen, die es mit der Schießbaumwolle theilt, und die sehr leicht zu einem Zersprengen der Gewehrläufe führt.

In neuerer Zeit hat endlich ein drittes weißes Schieß- und Sprengpulver viel von sich reden gemacht, das von dem preuß. Artillerie-Hauptmann E. Schultze erfunden ist. In seinem Grundstoffe ist es dem Uchatius'schen verwandt, unterscheidet sich aber von diesem theils durch die bessere Beschaffenheit dieses Stoffes, theils durch seine Vermischung mit andern Stoffen. Es ist nämlich die Holzfaser in der Form, wie sie als „Holzzeug" zur Papierfabrikation im Großen dargestellt wird, worauf der Hauptmann Schultze seine Pulverfabrikation gründet. Dieses Holzzeug wird zuerst gemahlen und nach Art des gewöhnlichen Schießpulvers gekörnt und, nachdem es durch wiederholtes Auskochen mit Wasser, worin etwas Soda aufgelöst ist, von allen fremdartigen Bestandtheilen befreit ist, bei mäßiger Temperatur getrocknet. Durch Behandlung mit einer Mischung von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure werden dann die Holzkörner in einen der Schießbaumwolle ähnlichen explodirenden Stoff umgewandelt, durch eine Centrifugalmaschine vollständig von anhängender Säure befreit, wiederholt ausgewaschen und sorgfältig getrocknet. Endlich werden die so behandelten Holzkörner mit einer Lösung stickstoffhaltiger und sauerstoffreicher Salze, gewöhnlich salpetersauren Kali's und salpetersauren Baryt's, gesättigt und noch-

mals getrocknet. Dies Pulver zeichnet sich in der That vor den meisten andern Schießpulversurrogaten aus und hat namentlich vor dem gewöhnlichen Schießpulver voraus, daß es keine festen Rückstände hinterläßt. Ob aber nicht andere Uebelstände, namentlich etwa eine zu schnelle Verbrennung, seine Verwendung für die Zwecke der Kriegskunst verhindern werden, muß die Zukunft lehren.

Daß die bisherigen Versuche, Ersatzmittel für das Schießpulver zu finden, noch so wenig Erfolg gehabt haben, liegt vor allem daran, daß man nicht im Stande war, diesen Ersatzmitteln eine Eigenschaft zu geben, wie sie das gewöhnliche Pulver so vortheilhaft auszeichnet, und wie sie hier sogar noch durch verschiedene Körnung beliebig modificirt werden kann. Das ist die Eigenschaft der allmäligen Verbrennung, womit auch eine allmälig sich steigernde Wirkung verbunden ist. Ein augenblicklich verbrennendes Pulver verwendet seine ganze Kraft auf die nächste Umgebung. Ladet man von zwei kleinen Kanonen aus dünnem Kupferblech die eine mit gewöhnlichem Pulver, die andere mit Knallquecksilber, so wird bei der ersten der Pfropf ziemlich weit fortgetrieben, während die zweite bei einer noch so kleinen Ladung zerspringt, ohne daß der Propf ausgetrieben wird. Wenn man von zwei Bomben die eine mit Pulver, die andere mit Knallquecksilber ladet, so wird die letztere fast in Staub zertrümmert, während die erstere in ziemlich große Stücke zerspringt, die sehr weit weg=

geschleudert werden. Man sieht, daß bei Gewehren und Geschützen schnell verbrennende Pulver nicht verwendbar sind, und in der That ist von dem Knallquecksilber auch nur bei den berüchtigten Orsini'schen Bomben und von der Schießbaumwolle bei Mörsern und Haubitzen Gebrauch gemacht worden, wo das Geschoß nur einen kurzen Weg zu durchlaufen hat. Bei den meisten Sprengungen sind ebenfalls nur langsam brennende Pulver zu gebrauchen. Wollte man in Steinbrüchen etwa Knallmetalle anwenden, so würde man nicht große Felsmassen sich ablösen, sondern an Ort und Stelle den Felsen zu Staub zersprengt sehen. Nur bei Minenoperationen, deren Zweck bisweilen die möglichst größte Zerstörung ist, kann die zertrümmernde Kraft augenblicklich entzündlicher Stoffe von Nutzen sein, und hier hat man auch die Schießbaumwolle mit Erfolg verwendet.

Seit einigen Jahren ist aus der Fabrik von Lannoy & Comp. in Brüssel ein Sprengpulver in den Handel gekommen, das in der That manche empfehlenswerthe Eigenschaften zu besitzen scheint. Es besteht wie das gewöhnliche Pulver aus einem grob gemahlenen Gemenge von Schwefel und Salpeter, in welchem aber die Kohle durch eine Substanz ersetzt ist, die offenbar nichts anderes als in Xyloidin verwandeltes Sägemehl oder Kleie ist. Es ist ziemlich schwer entzündlich und brennt auch sehr langsam fort. In mehreren Gruben wird es bereits mit Vortheil verwendet, da es die Eigenschaft besitzt, das zu sprengende Gestein

ohne große Erschütterung zu zerreißen und ohne die gelösten Gesteinsstücke oder Splitter weit umher zu schleudern.

Wennschon hier die wichtigsten der explodirenden Stoffe vorgeführt wurden, so bleiben immer noch manche zurück, die selbst praktische Bedeutung erlangt haben. Namentlich können die explodirenden Gemische von großer Mannigfaltigkeit sein, da zwar chlorsaures oder salpetersaures Kali darin die Grundstoffe bilden, die brennbaren Stoffe der Mischung aber durch verschiedene andere ersetzt werden können. So hat man vielfach ein Sprengpulver empfohlen, das statt Schwefel und Kohle neben dem chlorsauren Kali Auripigment oder Schwefelarsenik enthält. Eine Mischung von chlorsaurem Kali mit Schwefelantimon dient als Zündmasse. Die Mischung des chlorsauren Kali's bildet die ursprüngliche Zündmasse unsrer Streichzündhölzer; jetzt pflegt das chlorsaure Kali, weil es ein lebhaftes Sprützen bei der Entzündung bewirkt, durch andere sauerstoffreiche Körper, namentlich Salpeter, Braunstein oder Mennige ersetzt zu werden. Auf der Eigenschaft des chlorsauren Kali's, sich bei Berührung mit Schwefelsäure zu entzünden, beruhten unsere alten chemischen Feuerzeuge, die freilich längst wieder verschwunden sind, die aber in neuerer Zeit im Krimkriege und im dänischen Kriege in großartigster Weise als Zündmittel für unterseeische Minen wieder aufgetaucht sind. Diese Minen enthielten nämlich einen dünnen leicht zerbrechlichen Glaskolben mit Schwefelsäure, der von einem Gemisch von chlorsaurem

Kali und Schwefelantimon umgeben war. Ein Eisenstab, der sich über dem Glaskolben bis nahe zur Meeresfläche erhob, mußte, wenn er von einem Schiffe berührt wurde, den Kolben zerbrechen, so daß nun die Zündmasse sich entzündete und die Mine explodirte.

Die Wissenschaft des 19. Jahrhunderts ist wunderbar glücklich gewesen in der Auffindung explodirender Stoffe, und fast möchte man meinen, daß sie ein gleiches Glück nur noch in der Entdeckung von Giften bewährt hätte. Aber alle diese Stoffe sind nur nebenher gefunden worden auf Wegen der Forschung, die nicht der Zerstörungskunst, sondern dem Schaffen dienen sollten. Das Geheimniß der Explosionsstoffe beruht ja nur in der plötzlichen Befreiung durch Kunst oder Natur gesammelter Kräfte. Kräfte zu sammeln oder von der Natur gesparte Kraftschätze aufzusuchen, das ist aber die Aufgabe, welche die Wissenschaft sich im Dienste der Industrie gestellt hat. Auf diesem Wege hat sie unendlich mehr geleistet, als in den nebenher aufgelesenen Zerstörungsstoffen, die es nur verstanden haben, mehr Geräusch von sich zu machen, als die wahrhaft werthvollen, in unsern Fabriken arbeitenden und verarbeiteten Kraftschätze der Wissenschaft.

Inhalt.

Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei in Halle.

Bisher erschienen sind von

Dr. Otto Ule's kleinen ausgewählten naturwissenschaftlichen Schriften:

Erstes Bändchen. Die Chemie der Küche. 18 Sgr.
Zweites Bändchen. Bilder aus den Alpen und aus der mitteldeutschen Gebirgswelt. 18 Sgr.
Drittes Bändchen. Chemische Skizzen für Haus und Gewerbe. 24 Sgr.
4. Bändchen. Skizzen a. d. G. d. o. Chemie. 2 M. 40
5. " Tafel u. Tag in der Natur. (276 S.) 2 M. 40
(2 er. VIII, 302 S. 2. 80. Gf

In demselben Verlage sind ferner erschienen:

Dr. Karl Müller, Gewerbliches Leben. Eine Sammlung von Vorträgen und Aufsätzen über die verschiedensten Fragen des Gewerbelebens und der Industriezweige für alle Freunde des Gewerbelebens, für Fabrikanten und Arbeiter, für Handwerker, Bildungs- und Gewerbevereine. **1. u. 2. Bändchen.** Preis jedes Bändchens 24 Sgr.

Dr. Karl Müller, Deutschlands Moose oder Anleitung zur Kenntniss der Laubmoose Deutschlands, der Schweiz, der Niederlande und Dänemarks für Anfänger sowohl wie für Forscher bearbeitet. gr. 8. geh. 2 Thlr.

Die Natur. Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniß und Naturanschauung für Leser aller Stände. **Mit xylogr. Illustrationen und einem naturw. Literaturblatte.** Herausgegeben von Dr. **O. Ule** und Dr. **K. Müller.** 1852—1867. Preis jedes Jahrgangs 3 1/3 Thlr.

Dr. J. F. Schröder, Das Wiederaufblühen der klassischen Studien in Deutschland im 15. und zu Anfang des 16. Jahrhunderts und welche Männer es befördert haben. Besonders für das Privatstudium der Schüler der oberen Gymnasialklassen und der Studirenden. gr. 8. geh. 1 1/3 Thlr.

Gustav Schwetschke's ausgewählte Schriften Deutsch und Lateinisch. Verm. Ausgabe. 8. geb. 1 2/3 Thlr.

Dr. O. Ule, Die neuesten Entdeckungen in Afrik[a,] Australien und der arktischen Polarwelt mit besonderer Rücksi[cht] auf die Natur- und Kulturverhältnisse der entdeckten Länder. Mi[t] Titelvignette u. 39 Holzschnitten u. Karten. gr. 8. geh. 2 Th[lr.]

Dr. W. Zimmermann, Lehrbuch der Englisch[en] Sprache, enthaltend eine methodische Elementarstufe auf [der] Grundlage der Aussprache und einen systematischen Cursus. **El[fte] revidirte Auflage.** gr. 8. geh. à 20 Sgr.

Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei in Halle.

Ule, Otto,

Otto Ule's ausgewählte kleine naturwissenschaftliche Schriften

Bd.: 4

Halle 1867